STUDIEN ÜBER DIE ETAGE 4
DES NORWEGISCHEN SILURSYSTEMS
BEIM MJÖSEN

VON

OLAF HOLTEDAHL

(Videnskabs-Selskabets Skrifter. I. Math.-Naturv. Klasse. 1909. No. 7)

CHRISTIANIA
IN COMMISSION BEI JACOB DYBWAD
1909

Fremlagt i Fællesmødet den 16de Oktbr. 1908.

A. W. BRØGGERS BOGTRYKKERI

Die vorliegende Arbeit ist aus stratigraphischen und faunistischen Untersuchungen, die ich 8 Wochen lang in den Sommern 1906 und 1907 getrieben habe, hervorgegangen.

Mein ursprünglicher Plan, den mir meine verehrten Lehrer, die Herren Professor Dr. W. C. Brögger und Professor Dr. J. Kiær vorgeschlagen hatten, war die Unterabteilung 4 a im ganzen Kristianiagebiete zu bearbeiten. Während meiner Studien über diesen Horizont beim Mjösen wurde es mir aber bald klar, dass zum Festsetzen einer oberen Grenze hier auch eingehende Untersuchungen der jüngeren Schichten nötig waren. Die Sedimentgesteine sowie die Fauna ergaben einen ganz eigentümlichen Charakter, von dem der übrigen bekannten Gebiete Norwegens durchaus verschieden. Da die Etage 4 beim Mjösen bisher gar nicht systematisch untersucht war, erbot es sich als eine interessante Aufgabe, einen Versuch zu machen, um die Schichtenfolge hier aufzustellen. Von einer endgültigen, detaillierten Einteilung kann selbstverständlich hier nicht die Rede sein; die für eine solche nötige, genaue Durchsuchung nach Fossilien hat mir die Zeit nicht gestattet. Deswegen will ich auch hier von einer genauen, systematischen Untersuchung der Fauna abstehen.

Die Bearbeitung des von mir eingesammelten Materials sowie der hiesigen, älteren Sammlungen, die mir durch Güte des Direktors des Museums, Herrn Professor Brögger überlassen wurden, ist in dem mineralogischen Institut der Universität zu Kristiania ausgeführt worden. Während der Arbeit bin ich in wertwollster Weise von Herrn Prof. Kiær wie auch von Herrn Prof. Brögger unterstützt worden; es sei mir hier erlaubt, den beiden Herren für ihren interessierten Beistand meinen besten Dank auszusprechen.

Kristiania, Oktober 1908.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

Einleitung.

Die sehr beschränkten Aufgaben, die in der Literatur über die Etage 4 beim Mjösen vorliegen, stammen wesentlich von Professor KJERULFS Hand. In seiner Arbeit »Über die Geologie des südlichen Norwegens« (1857) hat er einen besonderen Abschnitt »Kambrische und silurische Formationen am Mjösen«, wo er einige der uns hier interessierenden Profile kurz erwähnt und die gefundenen Fossilien aufrechnet, u. a. das Profil bei Hovindsholm auf Helgö (S. 37) und dasjenige von Furuberget (S. 36—37). Auch die Schichten von Fangberget bei Veldre Eisenbahnstation werden als wahrscheinlich der Etage 4 angehörig erwähnt. Eine Übersicht der Schichtenfolge gibt er nicht. Er erwähnt nur, dass über der Etage 3 als deren obersten Teil er die Schichten bei Hovindsholm rechnet, in Furuberget die Schichten einer oberen Etage (4 und 5) vorhanden sind. Die Grenze zwischen diesen Etagen wird nicht näher besprochen. Im Jahre 1862 gibt er in »Beskrivelse over Jordbunden i Hedemarkens Sorenskriveri og Totens Thinglag« (S. 4 und 5) eine kurze Übersicht der silurischen Schichten. Auch hier lässt er seine Etage 3 den Schiefer bei Hovindsholm umfassen. Die Etage 4 besteht nach ihm aus Mergelschiefer mit Schichten und auch kleinen Knollen von Kalkstein; von Fossilien erwähnt er: *Phacops*, *Lituites antiquissimus*, *Favosites Lycoperdon*. In seiner grossen Arbeit (»Udsigt over det sydlige Norges Geologi« 1879) hat er auch eine ganz kurze Übersicht.

Ausser diesen Aufgaben KJERULFS finden sich an einigen Stellen in den Arbeiten, wo Professor BRÖGGER die Etage 4 im Kristianiagebiete behandelt hat »Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien« (Nyt Mag. f. Naturv. 1884) und »Geologisk Kart over Øerne ved Kristiania« (Nyt Mag. 1887), kurze Bemerkungen, wo er Schichten und Fossilien, die er aus der Umgegend des Mjösen kennt, erwähnt.

Von den am nördlichen Ende des Binnensees und noch weiter gegen NW gelegenen Gebieten haben wir in TH. MÜNSTERS »Beskrivelse av Kartbladet Lillehammer« (Norges geol. Unders. Aarbog No. 30, 1900) eine kurze Be-

schreibung der Schichten der Etage 4, die hier auftreten. Bjørlykke[1] hat die Eisenbahnprofile zwischen Hamar und Lillehammer kurz erwähnt.

Von geologischen Karten haben wir ausser Kjerulfs »Jordbundskart« (1862, verbesserte Ausgabe 1870) die Rektangelkarten »Hamar« 1884, »Gjövik« 1884, »Aamot« 1887, wesentlich von Kjerulf ausgearbeitet, und »Lillehammer« 1900, von Münster aufgenommen. Von diesen umfasst besonders »Hamar« und Gjövik« das zentrale, von mir untersuchte Gebiet. Diese zwei Blätter sind für ihre Zeit, was die untersilurischen Schichten angeht, ausgezeichnet. Das Obersilur ist weniger befriedigend behandelt.

Die ganz bedeutenden älteren Samlungen von Fossilien wesentlich von Hovindsholm, Flakstadfluss, Furuberget und Fangberget, die sich in dem Museum des mineralogischen Institutes finden, sind von Kjerulf, Brøgger, Kiær, Rekstad, Münster u. a. eingesammelt worden und haben einen guten Beitrag zur Kenntnis der Fauna gegeben.

Auch aus der paläontologischen Sammlung der landwirtschaftlichen Hochschule zu Aas sind mir durch Güte des Herrn Dr. K. O. Björlykke einige Fossilien überlassen.

Das von mir untersuchte Gebiet, für welches also die angeführte Schichtenfolge gilt, umfasst den grössten Teil der nördlichsten zwei grossen SW—NO gehenden Silurstreifen beim Mjösen, die von dem Urgebirgshorste in Solbergaasen auf Nes getrennt sind. Von Kirchspielen ungefähr die folgenden: Ottestad, Vang, Furnes, Veldre, Jevne, Nes, Helgöen, Balke, Hof Kolbu und Aas. Die zwei kleinen, am westlichen Ufer des südlichsten Teils des Sees sich findenden Silurflecken sind von mir wegen ihres — durch die Eruption des angrenzenden Syenites verursachten — stark metamorphosierten Charakters nicht untersucht. Eine Beschreibung dieser Gegenden, auch die silurischen Schichten umfassend, ist von Prof. I. H. L. Vogt (Nyt. Mag. f. Nat. B. 28, 1884) geliefert.

Was die Begrenzung und allgemeine Geologie der silurischen Gebiete beim Mjösen betrifft, kann ich auf das grosse, ganz neu erschienene Werk von Prof. J. Kiær »Das Obersilur im Kristianiagebiete« (Videnskabsselskabets Skrifter, I. Math.-naturv. Klasse 1906) hinweisen.

Doch muss ich einige Verhältnisse, die uns hier besonders angehen, kurz besprechen.

Es sind im unserem Gebiete zwei Umstände, die stratigraphische Untersuchungen im ganzen, besonders aber wo es sich um so weiche und

[1] Det centrale Norges Geologi, Norges g. U. Aarbog 39, 1907, S. 18—19.

wenig widerstandsfähige Ablagerungen, wie die uns hier interessierenden es meistens sind, handelt, ausserordentlich erschweren. Erstens das starke Überdecktsein mit losem Material, zweitens die gewaltigen Faltungserscheinungen. Die starke Überdeckung, die ja eben die Ursache dazu ist, dass diese Gegenden zu den fruchtbarsten unsres Landes gehören, ist teils durch abgelagertes Moränematerial, teils durch die Verwitterung der darunterliegenden Gesteine verursacht. Die weichen, stark gefalteten Schiefer, woraus unsre Etage zum grössten Teil besteht, muss ja natürlich sehr durch die Verwitterung leiden, und man kann sie auch allgemein in dunkle, meterdicke Ackererde verwandelt sehen. Frische oder verhältnismässig frische Schichten sind nur sehr selten zu beobachten. Ausser einigen spärlichen Eisenbahnprofilen verdanken wir unsre Profile der grabenden Tätigkeit der Flüsse und der Wellen des Binnensees. Hierdurch können oft ausserordentlich schöne Durchschnitte hervorgebracht werden; doch ist man bei solchen Profilen oft von der Wasserführung der Flüsse und dem Stande des Sees abhängig.

Die Faltungserscheinungen können anfangs leicht zu Irrtümern führen. Es ist beim ersten Anblick oft sehr natürlich, die Aufeinanderfolge der Schichten, die meistens dasselbe, NNW-liche regelmässige Fallen zeigen, als eine ursprüngliche anzusehen. Und doch ist sie dies unzweifelhaft in den meisten Fällen nicht. Sehr oft kann die Frage ursprünglicher Auflagerung oder Falten nicht entschieden werden; dies ist ja der Fall, wenn es sich um eine Folge von petrographisch wie faunistisch ähnlichen Schichten handelt. Von Mächtigkeitsbestimmungen kann daher nur sehr selten die Rede sein.

Spaltenverwerfungen haben geringe Bedeutung. Man kann sie wohl oft beobachten — sie haben ja auch unzweifelhaft an der jetzigen Topographie dieses Gebietes einen grossen Anteil — doch in unsren Profilen selten mit beträchtlicher Sprunghöhe.

Auch von der störenden Einwirkung von Eruptiven sind wir hier frei. Ich habe nur an zwei Stellen, am SW-lichen Ufer von Helgö und bei Furuberget, wenig mächtige die Schichten durchsetzende Diabas (bei Furuberget Proterobas) ähnliche Gänge beobachtet.

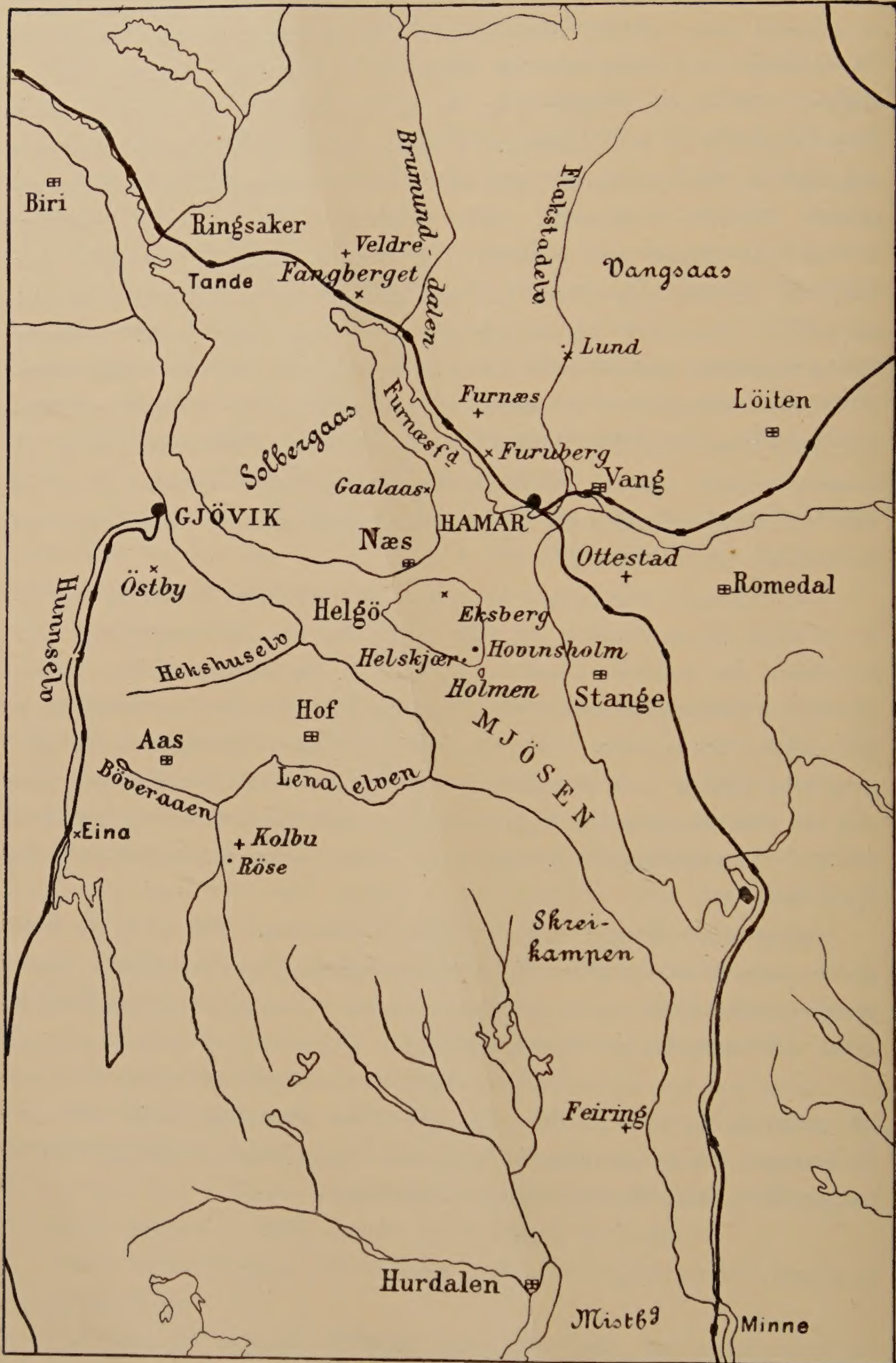


Fig. 1. Übersichskarte über das centrale Gebiet beim Mjøsen.

1 : 400 000.

Die Profile.

Die leider nicht sehr vielen Profile, die hier zu besprechen sind, habe ich nicht, wie es vielleicht am natürlichsten scheinen möchte, geographisch geordnet. Es hat sich nähmlich erwiesen, dass die Abteilungen unserer Etage in den verschiedenen Gegenden des Gebietes fast ganz in derselben Weise entwickelt sind, dass also wesentliche lokale Schwankungen nicht vorhanden sind. Unter diesen Umständen habe ich es vorteilhaft gefunden, die Profile meistens in der Reihefolge, worin sie zeitlich einpassen, zu behandeln.

Das Profil bei Hovindsholm. Nahe an dem südlichen Ende der Helgö, von einer wunderschönen Landschaft umgeben und mit einer reizenden Aussicht über den Mjösen und seine Umgebungen — im O und SO das flache, reiche Stange Kirchspiel, im S und SW die mächtigen, malerischen Felsen des Skreia — liegt die alte stattliche Besitzung Hovindsholm. Auch in geologischer Hinsicht hat dieser Name einen guten Klang. Seit langen Zeiten haben Geologen, Norweger wie Ausländer, in den reichen Schichten, die am Strande, SW vom Gute, von den Wellen des Binnensees blossgelegt sind, nach Fossilien gesucht. In der Literatur liegt aber sehr wenig vor. KJERULF erwähnt in seiner Arbeit von 1857, dass auf »Holmen« gewundene Kalknieren, am Strande der Helgö stark gewundene] Schiefer mit: *Orthoceratites imbricatus*, WAHL., *O. regularis*, *O. duplex*, *O. trochlearis*, *O. distans*, *Nileus depressus*, Ss. & BK., *Asaphus*, *Lituites lituus*, *L. cornu arietis*, I. Sow., *L. angulatus*, M. C., *Euomphalus trigonalis*, *Bellerophon bilobatus*, *Trochus ellipticus*, HIS., aufgeschlossen sind.

Ausser KJERULF hat BRØGGER und die Schweden ANGELIN und G. HOLM die Lokalität ganz flüchtig erwähnt.

Das folgende Profil (Fig. 2) zeigt die stratigraphischen Verhältnisse, wie sie am Strande SW von Hovindsholm (NW und SO von Helskjær) erscheinen. Man kann auf dieser Strecke wegen des mehrmaligen Auftretens leicht erkennbarer Abteilungen zu einer ziemlich sicheren Auffassung der Stratigraphie gelangen, was sonst nur sehr selten der Fall ist. Die älteste Abteilung, die auftritt, ist der Phyllograptusschiefer, BRÖGGERS Etage 3 b. Über diesen Schiefer, der sich durch gewaltige, bis fast meterlange, Ellipsoiden von lichtem, sehr grobkrystallinischen Kalk auszeichnet, kommt mit ganz scharfem Übergange der Orthocerenkalk (in weiterer Bedeutung), BRÖGGERS Etage 3 c.

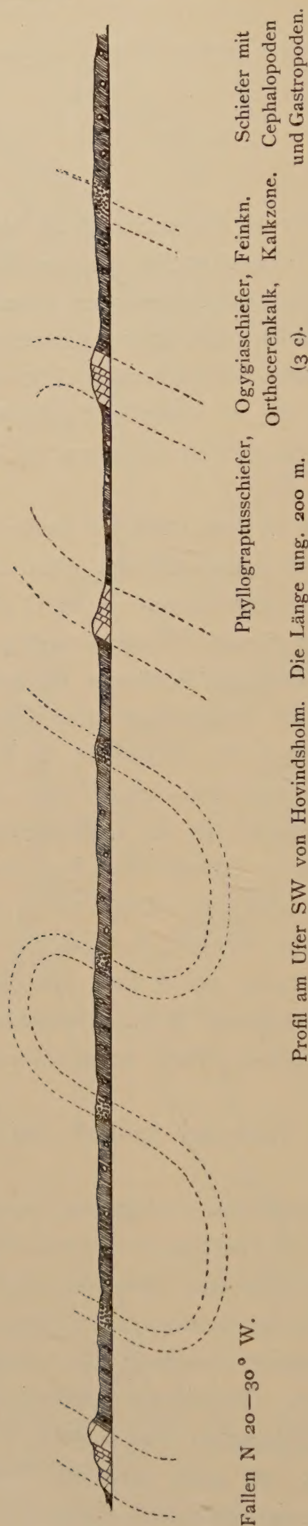


Fig. 2. Profil am Ufer SW von Hovindsholm. Die Länge ung. 200 m.

Brøgger hat in »Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet und auf Eker« S. 28 u. 374 das Auftreten des Orthocerenkalks beim Mjösen kurz erwähnt und findet hier eine zu der Entwicklung bei Kristiania ganz entsprechende. Nur von der Mächtigkeit kann er der stratigraphischen Störungen wegen nichts sicheres anführen.

In unserem Profil bei Hovindsholm variieren die Mächtigkeiten zwischen 7 und 10 m., also ganz beträchtliche Differenzen. Es scheint hier jedoch nicht, als ob ein besonderer Teil des Kalkes bei dem kleinen Mächtigkeiten weggepresst wäre, es ist vielmehr als ein allseitiges Zusammenpressen der ganzen Abteilung anzusehen. Die drei im südlicheren Gegenden petrographisch (wie auch faunistisch) gut charakterizierten Zonen konnte ich hier — wie auch anderswo im Gebiete — nicht deutlich erkennen. Petrografisch herrscht nicht eine solche strenge Regelmässigkeit; die mehr schieferreichen und die mehr kalkreichen Horizonte scheinen — auch wenn wir von den Wirkungen der starken Faltung absehen — an verschiedenen Lokalitäten in verschiedener Weise zu wechseln. Nur im obersten Teil herrscht eine deutliche Regelmässigkeit. Wir haben hier konstant eine Zone mit ziemlich kompaktem, nur mit unbedeutenden Schieferfetzen gemischten Kalk — wahrscheinlich 3 c γ entsprechend — wo man an den Schichtenflächen oft meterlange Orthoceren massenhaft erblicken kann. Über diese Zone kommt in eine Mächtigkeit von 2 m. ein oberstes schieferreiches Niveau. Kalk und Schieferschichten wechseln hier, unterst überwiegt der Kalk, während er im obersten Teil nur als ca. 5 cm. dicke, un-

regelmässige Schichten in einer doppelten Menge grauen Schiefers eingebettet liegt.

An bestimmbaren Fossilien ist der Orthocerenkalk in unsrem Gebiete sehr arm. Bruchstücke kann man jedoch oft in einigen Schichten in reicher Menge finden. In den obersten Kalkschichten habe ich — ohne eingehendes Suchen — nur die folgenden gefunden:

Megalaspis acuticauda. ANG.
Niobe frontalis, DALM..
Cheirurus n. sp., aff. *C. pseudohemicranium*, NIESZK.
Orthis aff. *calligramma*, DALM.
Lingula sp.

Über diese Kalkschichten kommt dann — wie bei Kristinnia — als unterste Abteilung der Etage 4 (nach BRØGGER) — der schwarze *Ogygiaschiefer* mit seinen Kalksteinellipsoiden oder Kalksteinslinsen. Der Schiefer hat hier ein sehr zerquetschtes Aussehen und keine regelmässige Spaltbarkeit. Er lässt sich leicht zu ganz kleinen Stücken, durch wellige, mit Graphitspiegeln versehenen Flächen begrenzt, zerbrechen. Wie zu erwarten war, ist im Schiefer keine Spur von Fossilien zu finden, obwohl er in weniger zerstörtem Zustand unzweifelhaft graptolithenführend gewesen ist. Die Kalklinsen, die unter »Die Gesteine« zu besprechen sind, zeichnen sich durch eine Menge von kleinen, annähernd linsenförmigen Barytkrystallen aus, die im äusseren Teil der Ellipsoiden eingewachsen sind.

In diesen Ellipsoiden sind folgende Versteinerungen gefunden:

Ogygia dilatata, BRÜNN, var. *Sarsi*, ANG.. massenhaft.
Nileus armadillo, DALM., var. *depressa*, S. & B., sehr allg.
Megalaspis patagiata, TÖRNQ., sehr allg.
Asaphus n. sp., aff. *A. striatus*, S. & B.
Pseudasaphus globifrons, EICHW., var.
Ampyx mammillatus, SARS.
Ampyx mammillatus, SARS, var.
Ampyx n. sp., aff. *A. costatus*, BOECK.
Trinucleus foveolatus, ANG., var.
Remopleurides radians, BARR, var. *angustata*, TÖRNQ., kleine, glatte Form, allg.
Telephus bicuspis, ANG.
Aeglina sp?, nur die Augen.
Orthocerenfragmente.
Sinuites (*Bellerophon*) *niger*, Ko.

Obolus Salteri, HOLL, allg.
Climacograptus sp.. selten.
Didymograptus sp., selten.

Die Mächtigkeit dieser Abteilung, die unterst wie oberst soweit ich gesehen habe, denselben faunistischen und petrographischen Charakter zeigt, schwankt hier zwischen 10 und 20 m.; dass sie ursprünglich noch grösser gewesen ist, ist wohl wahrscheinlich.

Nach oben geht dieser Schiefer in eine ganz abweichende, 3—4 m. mächtige Zone über. Diese Zone besteht aus einer Reihe feinknolliger Schichten von lichtgrauem Kalk, nicht ungleich dem Gestein des unteren Teils des Orthocerenkalks. Die Kalkschichten liegen im mittleren Teil dicht aneinander, nur mit unbedeutendem dazwischenliegenden Schiefermaterial, in den äusseren Teilen mit überwiegendem Schiefer. Dieser Kalk ist ausserordentlich arm an Fossilien; nur

Nileus armadillo, DALM., var. *depressa,* S. & B,, allg.
Ampyx nasutus, DALM.? (Fragment).
Orthoceren- und
Gastropodenfragmente

sind hier gefunden.

Die nächste Abteilung ist wieder ein schwarzer Schiefer mit Ellipsoiden, beim ersten Blick wohl mit der unteren Schieferabteilung leicht zu verwechseln. Die Ellipsoiden (siehe unten) haben hier doch einen anderen Charakter, mehr kugelig und oft mit eigentümlichen Erhöhungen, deren Inneres auch aus Baryt besteht, besetzt. Wenn man diese Knollen in frischem Zustand zerschlägt, findet man gewöhnlich nichts; in verwittertem Zustand dagegen, wie solche oft am Strande liegen, kann man leicht eine ausserordentlich individuenreiche und sehr interessante Fauna an den Tag bringen. Nicht selten kann man auch hier die Fossilien an der Oberfläche ausgewittert sehen.

Die folgende Formen sind hier gefunden:

Von Cephalopoden und Gastropoden.
Orthoceras regulare, SCHLOTH., allg.
Orthoceras centrale, HIS., allg.
Orthoceras devexum, FICHWALD?, allg.
Orthoceras sp. indet.
Endoceras sp.[1]

[1] G. HOLM führt („Über die innere Organisation einiger silurischen Cephalopoden" Pal. Abh. von DAMES & KAYSER B. III. 1885) als einen der Fundorte seiner neuen Art *Endoceras gladius* die cephalopodenreichen Schichten bei Hovindsholm an.

Cyrthoceras priscum, Eichw.
Cyrthoceras oryx, Eichw.
Cyrthoceras div. sp. indet.
Trocholites contractus, Schroeder.
Trocholites Remeléi, Schr. (*Tr. incongruus,* Ang., Lindström) allg.
Trocholites Damesi, Schr., allg.
Trocholites aff. *macromphalus,* Schr., allg.
Lituites lituus, Monf., allg.
Lituites perfectus, Wahlb.?
Sinuites corpulentus, Ko[1].
Pleurotomaria hyperborea, Ko., sehr allg.
Bucaniella Christianiæ, Ko.
Raphistoma Schmidti, Ko., allg.
Raphistoma Wesenbergense, Ko.
Straparollus parvulus. Ko.
Holopea Eichwaldi, Ko.
Lytospira norvegica, Ko., allg.

Viele von diesen Formen treten in ungeheuren Mengen auf, oft bestehen die verwitterten Knollen nur aus einer verworrenen Masse dieser Fossilien. Von anderen Formen sind nur sehr wenige gefunden:

Ogygia dilatata, Brünn, sehr selten und fragmentarisch.
Nileus armadillo, Dalm., einige grossen Pygidien.
Asaphus latus, Pand, var.
Asaphus n. sp.
Fragmente der Kelchplatten einer Cystoidé (*Cheirocrinus penniger,* Eichw.?).
Enkrinitenstiele, ganz kleine.
Hyolithus latus, Eichw.

Von der Mächtigkeit dieser Abteilung kann nicht einmal etwas Annäherndes gesagt werden. Wenn wir unseres Profil gegen SO fortsetzen, so steht dieser Schiefer mit ungefähr demselben Fallen — nur sehr selten sind deutlich gebogene Schichten zu sehen — das ganze Ufer entlang, senkrecht zum Streichen 350—400 m., bis er an der südlichen Spitze der Helgö in das lose Verwitterungsmaterial verschwindet. Es muss auch erwähnt werden, dass, besonders in diesem SO-lichsten Teil des Schiefer-

[1] Die meisten von den Gastropoden sind von Koken bestimmt, einige von ihnen sind auch Originale seiner neuen (auch bis jetzt nicht veröffentlichten) Artenbeschreibungen.

gebietes ganz dünne, 1—2 cm. dicke, zusammenhängende Schichten aus fossilleerem Kalksandstein auftreten.

Nach einer Unterbrechung von ca. 200 m. setzt das Profil am Ufer von »Holmen«[1] fort. Die Schichten hier haben jedoch ein ganz anderes Aussehen als die eben besprochene. Es steht hier nördlichst grauer, grober, planspaltbarer Schiefer mit dünnen, selten mehr als 2 cm. dicken, plattenförmigen Schichten aus grauem, gans feinem kalkhaltigem Sandstein — der Schiefer überwiegt noch bedeutend quantitativ — und dazu



Fig. 3. Kalksandsteinsbänke mit *Coelosphæridium* am NW-lichen Ufer der Helgö.

nicht selten einige, meistens 5—8 cm. lange, glatte Ellipsoiden aus dunklem, sehr feinkörnigem Kalk. Das Fallen der Schichten ist auch hier gegen N—NW, ca. 40—50°. Weder in dem Schiefer noch im Sandsteine sind Spuren von Fossilien zu entdecken. In den kleinen Kalkknollen habe ich kleine unbestimmbaren Bruchstücke von Gastropoden gesehen.

Wenn man diese Schichten ca. 50 m. in südlicher Richtung verfolgt hat, verändert das Gestein wieder seinen Charakter; die Dicke der Kalksandsteinsbänke, die ein eigentümliches, durch Kalkspatadern zerspaltenes Aussehen darbieten, nimmt beträchtlich zu, während der Schiefer in entsprechendem Grade quantitativ abnimmt. Oft stehen nur wenige cm. Schiefer zwischen 20—30 cm. dicken Kalksandsteinsbänken. Die kleinen Kalksteinsknollen sind seltner zu sehen. Nach Fossilien hatte ich in diesen Schichten lange vergebens gesucht; erst bei einem letzten Besuch im

[1] Siehe die Kartenskizze.

Herbste 1907 bei niedrigem Wasser gelang es mir, an den Flachen einiger der dicken Kalksandsteinsbänke ausgewitterte Spuren von

Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. ROEMER.
Monticulipora (*Diplotrypa*) *petropolitana*, PAND.



Fig. 4. Orthocerenkalk (invertiert). Rechts Schichten aus Etage 4. Flakstadfluss. Nach einer Photographie des Verfassers.

zu finden. Ich war diesmal durch Erfahrungen darüber, wie die Fossilien in diesem Kalksandstein anderswo vorkommen, geleitet und versuchte nicht durch Zerschlagen des Gesteins, sondern durch sorgfältiges Überblicken der im Sommer gewöhnlich vom Wasser überspülten Flächen der Bänke die Spuren aufzufinden.

Diese Schichten sind nur auf einer Strecke von ungefähr 20 m. zu beobachten, weiter südlich ist »Holmen« von losem Material überdeckt,

Man kann in den letzbesprochenen Schichten oft eine deutliche Umbiegung wahrnehmen; die dicken, ganz wiederstandsfähigen Bänke haben kein so vollständiges Zusammenklappen und Aneinanderlegen der Falten wie die älteren Schieferabteilungen gestattet.

Dieselben fosilienarmen Kalksandsteinschichten können an vielen Stellen am Ufer des westlichen Teils der Helgö (siehe Fig. 3) beobachtet werden. Sie stehen meistens mit dem gewöhnlichen NNW-lichen Fallen, doch auch nicht selten mit offenbaren, unregelmässigen Faltungen. Das Gestein hat überall denselben Charakter wie im südlichen Teil von Holmen, auch sind nur dieselben Fossilien sehr sparsam zu finden.

Von anderen Profilen, die uns die Schichten der untersten bis jetzt besprochenen Abteilungen der Etage 4 zeigen, mögen folgende erwähnt werden.

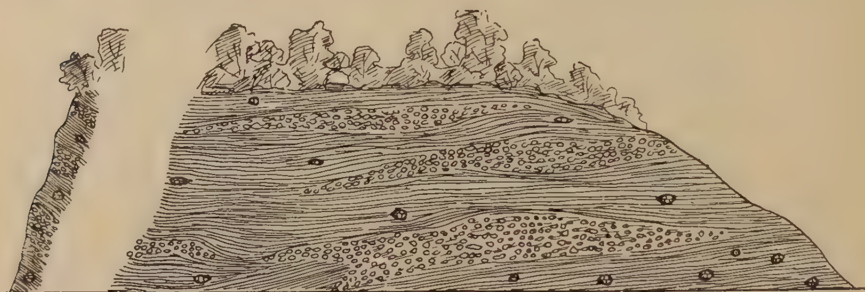


Fig. 5. Profil in der Kluft des Flakstadflusses.

Senkrecht zum Streichen. Parallel des Streichens.

Fallen 40° NW. Profillinie NO – SW.

Das Profil des Flakstadflusses südöstlich von Lund. Dieses Profil ist besonders dadurch interessant, dass man hier in den oft 10—15 m. hohen, steilen Wänden der vom Flusse ausgegrabenen Kluft eine gute Gelegenheit hat, sich von den oft überraschenden Wirkungen des Faltungsdruckes zu überzeugen. Der Orthocerenkalk steht hier stark gebogen (Fig. 4), doch ist die Umbiegungstelle hier aufbewahrt. Der eigentliche Ogygiaschiefer ist fast ganz weggepresst, nur an einigen typischen Kalklinsen, die in einem ganz zerquetschten Schiefer liegen, kann man ihn erkennen. Dann folgen an der Ostseite des Flusses die feinknolligen Kalkschichten, die bei Hovindsholm den Ogygiaschiefer überlagern. Die hohen Wände werden jetzt, besonders an der Ostseite, stark überdeckt, bis sich ca. 150 m. weiter südlich — es steht hier eine alte Mühle — ein ausgezeichneter Schnitt an der Westseite öffnet. Die Schichten sind hier jedoch ungefähr parallel ihres Streichens abgeschnitten, und hierdurch hat das Profil einen ganz eigentümlichen Charakter bekommen (Fig. 5).

Es zeigt uns drei übereinander liegende Streifen aus dem feinknolligen Kalkhorizont, in vertikaler wie in horizontaler Richtung eine höchst wechselnde Mächtigkeit aufweisend. Die zwischenliegenden Schichten bestehen aus schwarzem Schiefer, entweder mit den flacheren Linsen des Ogygiaschiefers oder meistens mit den mehr rundlichen Ellipsoiden des cephalopodenreichen Schiefers, das Ganze mit einem sehr verworrenen und gestauten Gepräge.

Die Fossilien in den verschiedenen Zonen scheinen genau dieselben wie bei Hovindsholm zu sein, eine Reihe der dort vorkommenden Formen sind gefunden.

Südwärts wie auch nordwärts von dem eben besprochenen Teil der Kluft kann man an manchen Stellen ähnliche Faltungserscheinungen beobachten; sie hier weiter zu verfolgen hat keinen Zweck. Nur mag erwähnt werden, dass sie in nördlicher Richtung, wenn wir uns dem Gebiete der Sparagmitformation nähern, noch ausgeprägter werden. Schichten von weit verschiedenem Alter finden sich hier oft in chaotischer Verwirrung an- oder ineinander gepresst.

Ein noch viel nördlicheres Vorkommen von den untersten Schichten der Etage 4, das Vorkommen in dem wohlbekannten, vielmals beschriebenen Profil an der Eisenbahnlinie nördlich von Tande St. mag auch kurz erwähnt werden. Die Schieferschichten, die hier mit ihren gewöhnlichen Ellipsoiden in einer Mächtigkeit von nur wenigen Metern an dem Orthocerenkalk aufgeschlossen liegen, sind besonders dadurch interessant, dass sie trotz ihrer sehr nahen Nachbarschaft mit den harten gewaltig gestauten Gesteinen des zentralen Norwegens einen sehr wenig veränderten Charakter beibehalten haben. Hier ist es auch nicht schwierig Graptolithen in ganz guter Aufbewahrung zu finden. Ich habe folgende bestimmt:

Didymograptus Murchisoni, Bech, var. *geminus*, His.
Climacograptus Scharenbergi, Lapw.
Diplograptus sp.

Hier will ich auch das Vorkommen von Ogygiaschiefer bei Stokbäkken in Vesttorpen[1] erwähnen. In einigen von Münster gesammelten Stücken von Kalkellipsoiden habe ich die folgenden Formen bestimmt:

Ogygia dilatata, Brünn, var. *Sarsi*, Ang.
Trinucleus foveolatus, Ang. var.
Aeglina sp.? nur die Augen.

[1] Von Münster l. c. beschrieben.

Cheirurus sp.
Orthocerenfragmente.
Climacograptus sp.
Diplograptus sp.

Das Profil im Tale des Lenaflusses (Lenaelven) und das damit zusammenhängende in der Kluft des Böverflusses



Fig. 6. Cephalopodenschiefer am Wege bei Billerud Ö. Toten.
Nach einer Photographie von Herrn G. Mikkelsen, Kap.

(Böveraaen) in W. Toten. Von Röse und nordwärts (wie aus südwärts) kommt zuerts eine Reihe von Orthocerenkalkstufen, überall mit dem regelmässigen ziemlich steilen Fallen (ca. N 30° W). Die nördlichste Stufe (auf der geol. Karte »Gjövik« hier nicht abgesetzt) ist vom typischen Ogygiaschiefer mit den gewöhnlichen Fossilien überlagert. Der obere Teil des Schiefers wie auch der darüberkommende Kalkhorizont sind stark überdeckt und auch fast unzugänglich, was übrigens leider mit diesen steilen Wänden sehr oft der Fall ist. Weiter nordwärts haben wir

dann die Schichten des oberen, cephalopodenreichen Schiefers mit ihren charakteristischen Knollen, Fallen 10—45° NNW, in einer imponierenden Folge; in einer Länge von 2 Km. bis sich die Talkluft am Wege in die flache Landschaft öffnet, stehen die Schichten dieser Abteilung in den steilen Wänden, senkrecht zur Richtung des Streichens, nicht weniger als 16—1700 M. kontinuierlich entblösst. Wenn wir weiter nach Westen fortsetzen, dem Lauf des Böverflusses folgend, verändern die Schichten bald ihren Charakter. Schichten, mit am nördlichen Teil von »Holmen« anstehenden ganz übereinstimmenden, aus fossilleerem, kalkhaltigen Sandstein und Schiefer bestehende, kommen hier und da vor, die grossen Knollen verschwinden mehr und mehr, bis in einer Entfernung von ca. 200 M. (in der Fallrichtung berechnet) von den nördlichsten Schichten des Lenaflusses, nur graulicher Schiefer, fossilleerer Kalksandstein und kleine Knollen zu sehen sind. Noch weiter gegen Westen folgen dann die mächtigeren Kalksandsteinsbänke mit *Coelosphæridium* in Hunderten von Metern.

Höher in der Schichtenreihe geht auch dies Profil nicht.

Der Hekshusfluss in Östre Toten hat sich in ähnlicher Weise in die Schichten des cephalopodenreichen Schiefers in mehreren Km. — doch hier zum grössten Teil dem Streichen parallel — eingegraben.

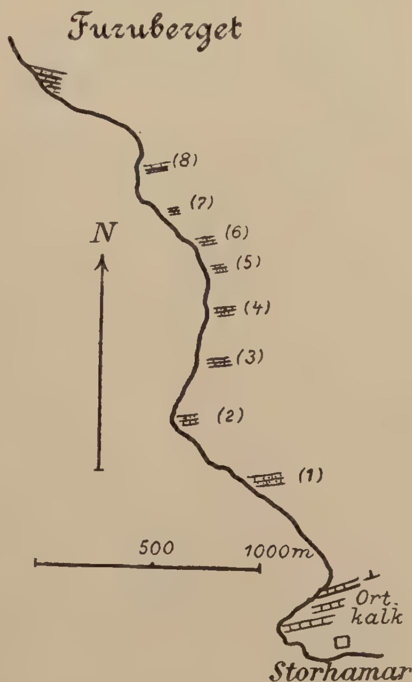


Fig. 7.

Fig. 6 gibt ein Bild dieses Schiefers mit seinen Knollen (Durchschnitt am Wege bei Billerud, Ö. Toten).

Das Ufer zwischen Storhamar und Furuberget. Was wir hier sehen können, ist nicht sehr viel, doch von ganz grosser Bedeutung für das Verständnis der Schichtenfolge.

Man hat (Fig. 7) auch hier zuerts eine Reihe von Orthocerenkalkstufen (ab und zu sind auch die Schichten der umgebenden Schiefer entblösst) mit wechslender Mächtigkeit. Die normale scheint 10—12 M. zu sein; eine Mächtigkeit von 18 M. — in der nördlichsten Stufe — ist zweifellos auf Faltungserscheinungen zurückzuführen. Nördlich von dieser Stufe ist

das Ufer ca. 400 M. (NNW-lich berechnet) überdeckt. An dieser Strecke haben wahrscheinlich die niederen, weichen Schiefer der Etage ursprünglich gestanden. Die Schichten, die dann erscheinen (1), nur wenig über die Anhäufungen von losem Material hinaufragend, sind die mächtigen Kalksandsteinsbänke von »Holmen«. Sie sind hier ca. 25 M. zu beobachten. Fossilien habe ich nicht gefunden. Weiter nördlich ist nur an 7 isolierten Stellen — südlich von Furuberget — festes Gestein entblösst, an jeder Stelle meistens nur wenige Meter, und auch dies nur bei niedrigem Wasser. Doch kann man durch diese isolierten Miniaturprofile zu einem, wenn auch nicht ganz genauem Begriff von den Übergangszonen zwischen dem Kalksandstein und den jüngeren Schichten in Furuberget kommen.

Bei (2) haben wir unverändert die Kalksandsteinsbänke, eine Dicke von höchstens 25—30 Cm. erreichend.

Ich fand hier die beiden alten Formen:

Coelosphæridium cyclocrinophilum, Roemer.
Monticulipora petropolitana, Pand. samt
unbestimmbare Gastropoden.

Bei (3) uud (4) wesentlich denselben Charakter des Gesteins, doch sind die Bänke hier mehr kalkhaltig. Ausser den beiden erwähnten Formen habe ich hier notiert:

Platystrophia biforata, Schloth; var. *lynx,* Eichw.
Enkrinitenstiele.
Monotrypa sp.

Bei (5), (6) und (7) werden die Bänke dünner und bedeutend kalkhaltiger; man muss sie hier als sandhaltige Kalkschichten bezeichnen. Sie haben auch ihren eigentümlichen zerspaltenen Charakter mehr verloren. Von neuen Formen kommt hier eine reiche Fülle hinzu:

Asaphus lepidus, Tørnq var.
Cybele Grewingki, F. Schmidt.
Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm.
Orthoceras div. sp.
Sinuites bilobatus, Sow, mut. *macer,* Ko.
Sinuites sp.
Pleurotomaria baltica, Vern.
Pleurotomaria sp.
Eccyliopterus aff. *replicatus,* Lindstr.
Porambonites Schmidti, Noetling.
Leptæna sericea, Sow., stark gewölbte Form.

Leptæna convexa, PAND, var.
Leptæna sp. aff. *tenuissime-striata*, M. COY.
Orthis aff. *testudinaria*, DALM.
Philhedra glabra, HUENE.

Die weitaus häufigsten sind

Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. ROEM.
Platystrophia biforata, SCHLOTH, var. *lynx*, EICHW.
Monticulipora petropolitana, PAND.

Bei (8) endlich haben wir Schichten, die petrographisch wie faunistisch dem Typus der untersten Schichten im südlichen Teil des Furubergs angehören.

Die hier betrachteten Schichten stehen gewöhnlich mit steilem NNW-lichen Fallen, doch kann man sie auch oft deutlich gebogen sehen.

An dem SO-lichen Teil der Eisenbahnlinie zwischen Hamar und Furuberget sind auch hie und da verschiedene Schichten, besonders oft der aufragende Orthocerenkalk, aufgeschlossen. Die Schichten der Etage 4 sind doch besser am Ufer zu studieren; in den frischeren Durchschnitten der Eisenbahnlinie kan man z. B. nie die wenigen Fossilien der Kalksandsteinsbänke beobachten.

Das Profil in Furuberget. Dies Profil, das für das Studium von sowohl dem oberen Teil des Untersilurs[1] wie auch dem unteren Teil des Obersilurs[2] von grosser Bedeutung ist, wird schon von KJERULF[3] erwähnt und auch schematisch abgezeichnet. Er gibt übrigens auch ein Übersichtsprofil, das die Gegenden N- und S-lich von Furuberget umfasst; es ist jedoch mit wesentlichen Fehlern belastet. KJERULF bezeichnet in folgender Weise die Schichten in Furuberget.

a. (unterst) graue Thonschiefer und Mergel mit einzelnen Kalkplatten. Sie enthalten *Favosites fibrosa* und Varietät *Lycoperdon* in Menge. *Trocholites auguinus* Salter, einige *Orthiden*, kleine *Leptaenen* und undeutliche *Encrinitenstiele*,
b. dicke Bänke von grauem Kalksandstein,
c. fetter blauer Kalkstein.

Die weitere Beschreibung von b und c zitiere ich nicht, da diese Abteilungen unserer Etage nicht angehören. Es ist nur die Abteilung a, die uns hier interessiert.

1 KIÆR: Faunistische Übersicht der Etage 5 des norwegischen Silursystems.
2 — Das Obersilur im Kristianiagebiete.
3 Uber die Geologie etc. S. 36—37.

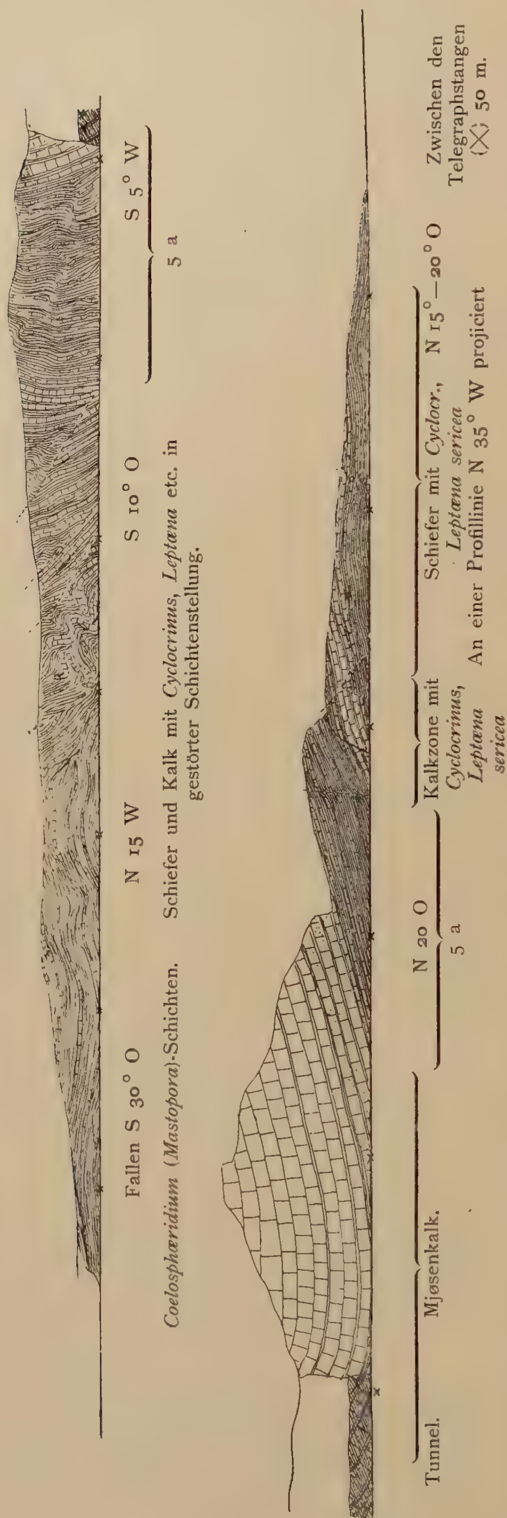


Fig. 8. Eisenbahnprofil deuch Furuberget.

In Fig. 8 habe ich das durch die Eisenbahnlinie geschnittene Profil gezeichnet.

Am südlichen Ende liegt (Fig. 9) unterst ein dunkelgrauer, schlecht spaltbarer Schiefer mit Schichten aus feinkörnigem, grauen, oft sandhaltigen Kalk. Besonders im oberen Teil jeder diesen Schichten wird der Sandgehalt oft beträchtlich. Diese mehr oder minder plattenförmigen Kalkschichten haben eine variierende Dicke, von 2 bis 10 Cm. Im untersten Teil des Profiles kann man 2—4 solcher auf 1 M. Schiefer zählen. Aufwärts werden die Kalkschichten häufiger, oft liegen 2 ganz dicht aneinander. Nach einer Mächtigkeit von ca. 11 M. hat das Gestein den Charakter einer Kalkabteilung. Meistens ca. 1 Dm. dicke Kalkbänder liegen aneinander mit fast gar keinem oder nur einigen Cm. Schiefer dazwischen, (die obersten Schichten, Fig. 9). Dieser Kalkhorizont hat eine Mächtigkeit von 8 M. In den untersten Schichten des Schiefers habe ich folgende Formen gefunden:

Remopleurides dorsospinifer, Portl.

Acidaspis Kuckersiana, var. *Mickwitzi,* F. Schm.

Chasmops n. sp., steht *Ch. Wesenbergensis* sehr nahe, zeigt doch auch Annäherungen an den älteren *Ch. Odini-conicophtalmus* Typus; sehr allg.

Chasmops maxima, F. Schm., in kleinen Varietäten. Einige der Stücke konnten wohl ebensogut als die ausserordentlich nahestehende Art *Ch. Macrourus,* Sjögr. bestimmt werden, allg.



Fig. 9. Südlichste Teil des Eisenbahndurchschnittes, Furuberget. Nach einer Photographie des Verfassers.

Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm.

Orthoceras sp.

Bucaniella lineata, Ko.

Modiolopsis devexa, Eichw.

Athyris? aff. *laeviuscula,* Sow.

Leptæna sericea, Sow., allg.

Platystrophia biforata, Schloth., kleine Form, allg.

Crania sp., aff. *C. siluriana,* Davids., massenhaft in einigen Schichten.

Enkrinitenstiele, allg.

Verzweigte Monticuliporen (Heterotrypa sp.).
Cyclocrinus oelandicus, Stolley, allg.
Cyclocrinus Vanhoeffeni, Stoll., allg.

Im übrigen Teil des Schiefers:

Cybele brevicauda, Ang.
Chasmops n. sp. (dieselbe Art wie unten).
Chasmops maxima, F. Schm., allg.
Chasmops bucculenta, Sjøgr.
Bucaniella conspicua, Eichw.
Modiolopsis attenuata, Eichw.
Arca sp.
Leptæna sericea, Sow., massenhaft.
Leptæna aff. *Schmidti,* Tørnq.
Strophomena Asmusi, Vern., allg.
Strophomena rhomboidalis, Wilck., var. *rugosa,* Dalm.
Platystrophia biforata, Schloth, sehr allg.
Triplesia insularis, Eichw.
Monticulipora petropolitana, Pand.
Verzweigte Monticuliporen, allg.
Cyclocrinus sp. nicht selten, meistens nur als Querschnitte zu beobachten.
Palaeoporella? sp. in einigen Schichten allg.

In dem Kalkhorizont:

Basilicus Kegelensis, F. Schm.
Asaphus (Basilicus) aff. *Powisii,* Murch.
Illænus Linnarssonii, Holm. allg.
Harpes Wegelini, Ang.
Lichas sexspinus, Ang.
Cybele brevicauda, Ang.
Chasmops n. sp. (dieselbe Art wie unten), selten.
Chasmops maxima, F. Schm., allg.
Chasmops bucculenta, Sjögr.
Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm., var.
Pterygometopus Kegelensis, F. Schm.
Beyrichia aff. *Marchica,* Krause.
Orthoceras suave, Ang.
Orthoceras sp.
Pleurotomaria rotelloidea, Ko.

Euomphatus sp.
Conularia aff. *pulchella,* Holm.
Lamellibranchiata.
Leptæna sericea, Sow., sehr allg.
Strophomena Asmusi, Vern.
Strophomena rhomb., Wilck, var. *rugosa,* Dalm.
Strophomena deltoidea, Conr., var. *undata,* M. Coy.
Strophomena sp.



Fig. 10. Schiefer mit Platten von Kalksandstein, Etage 5 a, Furuberget. Nach einer Photographie des Verfassers.

Platystrophia biforata, Schloth., gewölbter als unten, allg.
Orthis argentea, His.
Verzweigte Monticuliporen.
Diplograptus sp.
Cyclocrinus sp.

Über diesen Kalk folgt mit allmählichem Übergange eine 30 M. mächtige Folge von Schiefer mit stark sandhaltigen Kalkplatten. (Fig. 10). Diese Abteilung hat Prof. Kiær[1] zu der Etage 5, als ihre unterste Zone gerechnet.

Ich führe nach ihm die gefundenen Fossilien an:

Harpes Wegelini, Ang.

[1] Faunistische Übersicht etc. S. 39.

Chasmops sp., gehört zu der Gruppe der *Ch. bucculenta.*

Chasmops nov. sp.[1] Diese Art steht derjenigen aus dem Gastropodenkalk auf Ringerike ausserordentlich nahe. Besonders im oberen Teil.

Pterygometopus sp.

Asaphus cf. *Powisii,* MURCH.

Beyrichia cf. *Marchica,* KRAUSE.

Orthoceras sp.

Bellerophon sp.

Murchisonia sp.

Coscinium proavum, F. SCHM.

Camerella sp.

Rhynchonella borealis, SCHL. var., nur in den obersten Schichten und auch da selten.

Atrypa Headii, BILL. Nicht selten.

Stophomena deltoidea, var. *undata,* M. COY.

Strophomena rhomboidalis, WILCK.

Leptæna sericea, Sow. Massenhaft in einzelnen Schichten im oberen Teil.

Platystrophia biforata, SCHL.

Monticulipora sp. Verzweigte Form, kommt in einzelnen Schichten in grosser Menge vor.

Ich kann einige hinzufügen:

Beyrichia eraticus, KRAUSE.

Strophomena Asmusi, VERN.

Orthis Actoniæ, Sow.

Cyclorinus sp.

Weiter nordwärts folgen in dem Profil die mächtigen Kalksandsteine und Kalke der Etage 5, die KIÆR jetzt unter dem Namen »Mjösenkalk« zusammenfasst.

An der Nordseite des Tunnels folgen dann die Schichten in umgekehrter Reihe. Bald wird jedoch hier die regelmässige Schichtenstellung durch Faltungen zerstört. Dies ist hier um so mehr zu bedauern, als eben im nördlichsten Teil des Profiles ältere Schichten als die südlichsten auftreten. Wir haben hier nördlichst einen dunkelgrauen stenglichen Schiefer, worin sich nur ganz wenige, dünne Schichten von unreinem Kalk finden. Nach einer Mächtigkeit von 5—6 M. werden die Kalkschichten

[1] Steht der Art die in den unterliegenden Horizonten als *Ch. Maxima* angeführt ist, ganz nahe. (O. H.).

häufiger und dicker, und das Ganze nimmt den Charakter der südlichsten Schichten des Profiles an.

In den untersten schieferreichen Schichten sind gefunden:

Bucaniella lateralis, EICHW.
Modiolopsis sp.
Strophomena Asmusi, VERN.
Strophomena imbrex, PAND.
Orthis aff. *testudinaria,* DALM.
Orthis calligramma, DALM., var.
Orthis sp.
Ptychophyllum sp.[1]
Mastopora concava, EICHW., in sehr grossen schönen Exemplaren allgemein im Schiefer eingebettet liegend.

Darüber in einigen Kalkschichten sehr allgemein:

Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. ROEM.

Weiter aufwärts ist die Schichtenfolge zu zerstört, um die Schichtenfolge mit voller Sicherheit verfolgen zu können. Doch ist es unzweifelhaft, dass schon ein Paar Meter über diesen *Coelosphæridium*-Schichten die Schichten, die wir vom südlichsten Teil des Profiles kennen, anfangen.

Noch weiter nordwärts — an der Nordseite der Eisenbahnbrücke — haben wir einige, wenn auch kleinen, Durchschnitte. Die hier stehenden Schichten sind auch am Ufer zu beobachten. Es zeigt sich hier, dass sie ungefähr den Schichten bei (5), (6) und (7) südlich von Furuberget entsprechen.

Auch die fossilärmeren Kalksandsteinsbänke sind weiter nordwärts aufgeschlossen. Es ist im ganzen das Profil südlich von Furuberget in umgekehrten Reihefolge.

Ein Profil, das von grossem Interesse ist, weil es uns einen bedeutenden Teil der *Coelosphæridium*-Schichten in fast ungestörter Schichtenstellung zeigt, ist

das Profil durch Fangberget bei Veldre Station. Auch hier hat die Eisenbahnlinie einen vortrefflichen Durchschnitt (Fig. 11) gemacht.

Die untersten Schichten, die in Fangberget entblösst sind, können schon am Wege, der unten am Berge geht, beobachtet werden. Es ist ein dunkelgrauer, stenglicher Schiefer, ganz dem von dem nördlichsten Teile des Furubergs gleichend, mit dünnen sparsamen Schichten aus sandhaltigem Kalk. Man kann hier

[1] Nur in ein Paar Exemplaren von Prof. KIÆR gefunden.

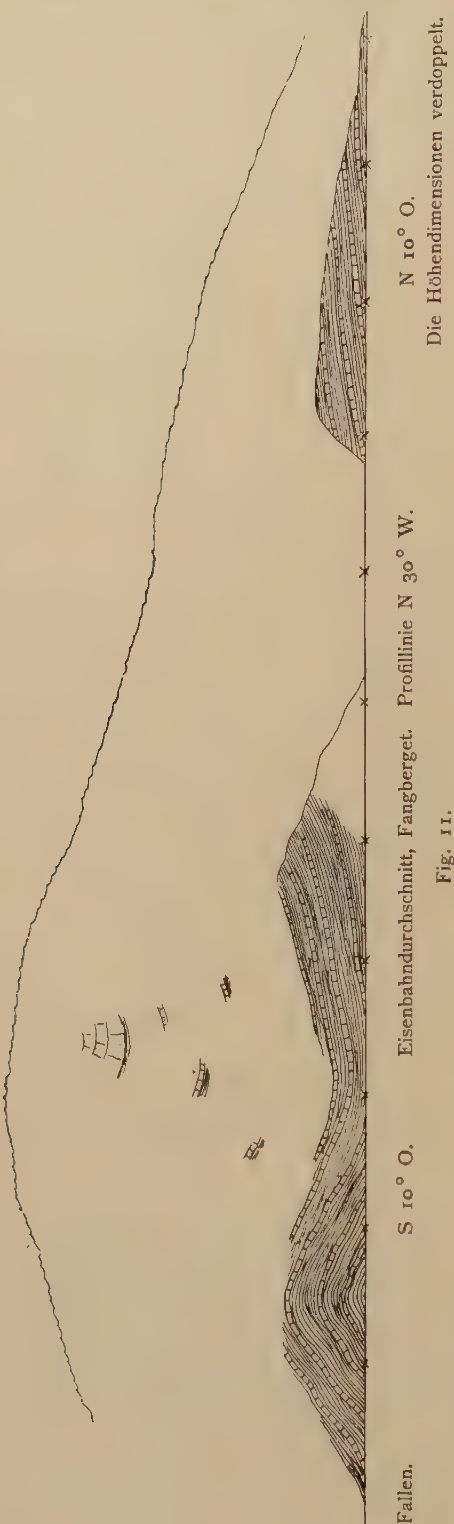


Fig. 11.

Coelosphæridium cyclocrinopilum, und

Mastopora concava

sehr allgemein sehen.

Die untersten Schichten im südlichen, wie auch nördlichen Teil des Eisenbahndurchschnittes entsprechen einem wahrscheinlich nur wenige Meter höheren Niveau. Sie haben auch ganz den Charakter der unteren Schichten. Die Kalkschichten sind oft sehr sandhaltig, verwittert stark rostgefärbt, die gewöhnliche Dicke 5—10 Cm.; die Mächtigkeit der zwischenliegenden Schieferzonen beträgt meistens $^1/_3$—$^2/_3$ M. Wenn sich sowohl Schiefer wie Kalk in frischem Zustand befinden, weicht ihr Aussehen im Profile nicht sehr voneinander ab. (Fig. 12). Die ganze Mächtigkeit hindurch, in welcher die Schichten zusammenhängend entblösst sind — sie beträgt nicht weniger als ca. 40 M. —, haben sie diesen Charakter. Die Fauna scheint sich auch konstant zu halten. Man würde vielleicht durch detailliertere Einsammlungen kleine Abweichungen finden, die Hauptformen, die durch ihr massenhaftes Auftreten die Fauna charakterisieren, gehen doch durch das ganze hindurch. Es sind hier meistens shlecht erhalten gefunden:

Asaphus lævigatus, ANG.?
Illænus Linnarsonii, HOLM.
Lichas sp., (Fragment).

Chasmops n. sp. (scheint dieselbe Art wie in Furuberget zu zein.)
Chasmops maxima, F. Schmidt.
Chasmops marginata, F. Schm.
Chasmops bucculenta, Sjögr.
Orthoceras aff. *scabridum,* Ang.



Fig. 12. *Coelosphæridium*-Schichten, Fangberget.
Nach einer Photographie des Verfassers.

Orthoceras sp.
Sinuites bilobatus, Sow., *mut. macer,* Ko.
Pleurotomaria sp.
Bucaniella sp.
Euomphalus sp.
Porambonites Schmidti, Noetl.
Leptæna sericea, Sow.
Leptæna sericea, Sow., var. *rhombica,* M. Coy.

Leptæna convexa, Pand., var.
Strophomena Asmusi, Vern., allg.
Strophomena rhomb., Wilck, var. *tenuistriata*, Sow.
Strophomea imbrex, Pand.
Platystrophia biforata, Schl., var. *lynx*, Eichw., sehr allg.
Orthis aff. *rustica*, Eichw.
Enkrinitenstiele, massenhaft.
Receptaculites sp.
Monticulipora petropolitana, Pand., sehr allg.
Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. R., massenhaft.
Mastopora concava, Eichw., sehr allg.
Cyclocrinus Schmidti, Stoll., selten.

Weiter aufwärts auf dem steilen Felsen ist das feste Gestein fast ganz von losem Material überdeckt. Nur ab und zu ragen einige Schichten hervor. 10—15 M. über den obersten, eben besprochenen Schichten sind *Coelosphæridium* und *Mastopora* verschwunden. Noch etwas höher hinauf scheint das Gestein Kalksteinsartiger zu werden, doch konnte ich an keiner Stelle eine so kompakte Zone wie diejenige, die im Furuberg die Etage abschliesst, beobachten. Endlich 40—50 M. über den obersten ganz entblössten Schichten treten uns einige mächtige Bänke des Mjösenkalks entgegen.

Ein wenn auch nicht sehr bedeutendes Profil ist durch den Bau des neuen Weges am nördlichen Abhang von Eksberget auf Helgö entblösst. Man hat hier die oberen *Coelosphæridium*-Schichten, mit einer Mächtigkeit von ca. 15 M. und darüber wieder 15 M. mit Schichten von dem Typus des unteren Schiefers südlich in Furuberget. Die Grenzzone scheint etwas schieferreicher als die umgebenden Schichten zu sein. Interessant war hier der Fund von gut bestimmbaren, ganzen Exemplaren von

Cyclocrinus balticus, Stoll.

Von anderen Lokalitäten, wo ich die *Coelosphæridium*-Schichten in ihrem oberen schieferreichen Habitus gesehen habe, kann ich die kleinen Durchschnitte bei Eina Eisenbahnstation und am Wege gleich SO des Hofes Östby, 4 Km. S. Gjövik, beide also im westlichsten Teil des Gebietes, erwähnen. Sowohl bei Eina, wo die Schichten ganz ohne Verbindung mit älteren oder jüngeren Schichten stehen, wie bei Østby, wo sie in einer Entfernung — nach der Mächtigkeit berechnet — von 60—70 M. von den Schichten des Mjösenkalks stehen, das Fallen für beide Zonen 70—80° N 10° W, sind es die von Fangberget bekannten Schichten die

uns entgegentreten. Der Schiefer ist verwittert meistens rostrot, auch bläulich gefärbt.

Ich habe bei Östby ohne genaueres Suchen die folgenden Formen gefunden:

Strophomena Asmusi, VERN.
Platystrophia biforata, SCHL., var. *lynx,* EICHW., allg.
Orthis sp.
Erkrinitenstiele, allg.
Monticulipora pehopolitana, PAND. allg.
Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. R. sehr allg.
Mastopora concava, EICHW.. allg.
Cyclocrinus Schmidti, STOLL.

Zuletzt will ich das dem obersten Teil unsres Furubergsprofils entsprechende am Strande O. Gaalaas auf Nes mit einigen Worten erwähnen. Es ist hier von unsren Schichten nur der oberste Horizont, die kompakte Kalkzone entblösst. Sie scheint hier noch kompakter als in Furuberget zu sein. Einige der Schichten sind sehr reich an Fossilien. Bei einem kurzen Besuch habe ich folgende gefunden:

Basilicus Kegelensis, F. SCHM.
Illænus Linnarsonii, HOLM (forma *avus*).
Chasmops n. sp. (dieselbe Art wie in Furuberget; ein Pygidium hat fast ganz den Charakter von *Ch. Wesenbergensis*).
Orthoceras cuneolus, EICHW.
Orthoceras div. sp. indet.
Lamellibranchiata.
Platystrophia biforata, SCHL., allg.
Orthis testudinaria, DALM, kleine Form.
Camerella aff. *borussica,* GAGEL.
Heterotrypa aff. *Dawsoni,* NICHOL., sehr allg.
Cyclocrinus sp.

Die darüberliegende Schiefer- und Kalkplattenzone der Etage 5 zeigt ganz dieselbe Entwickelung wie die entsprechenden in Furuberget.

Noch einige andere Profile könnten erwähnt werden; da sie aber nichts Neues hinzufügen, hat es keinen Zweck, sie hier aufzuzählen.

Zusammenfassung.

Nach den eben beschriebenen Profilen werde ich hier eine Übersicht der Schichtenfolge, wie sie aus den angeführten Beobachtungen hervorgeht, mitteilen.

Die Abteilungen, die ich unterscheiden kann, sind folgende (von älteren bis zu jüngeren gerechnet):

1. Der Ogygiaschiefer. Schwarzer Schiefer mit flachen Linsen aus dunklem Kalkstein; auf die obersten schieferreichen Schichten des Orthocerenkalks direkt folgend. Folgende Formen sind gefunden:

Ogygia dilatata, Brünn., var *Sarsi*, Ang.; massenhaft:
Nileus armadillo, Dalm. var. *depressa*, S. & B., sehr allg.
Megalaspis patagiata, Törnq., sehr allg.
Asaphus n. sp., aff. *A. striatus*, S. &. B.
Pseudasaphus globifrons, Eichw., var.
Ampyx mammillatus, Sars.
Ampyx mammillatus, Sars, var.
Ampyx n. sp., aff. *A. costatus*, Boeck.
Trinucleus foveolatus, Ang., var.
Remopleurides radians, Barr., var. *angustata*, Tørnq., kleine glatte Form, allg.
Telephus bicuspis, Ang., allg.
Aeglina sp.? nur die Augen.
Orthocerenfragmente.
Sinuites niger, Ko.
Obolus salteri, Holl, allg.
Didymograptus Murchisoni, Beck, var. *geminus*, His., allg.
Climacograptus Scharenbergi, Lapw., allg.
Diplograptus sp., allg.

Die Mächtigkeit kann nicht sicher angegeben werden, wahrscheinlich 20—30 M.

2. Fossilarme Zone aus feinknolligen Kalkschichten. Feiner lichtgrauer Kalk mit dazwischenliegenden Schieferfetzen:

Nileus armadillo, Dalm., var. *depressa*, S. & B., allg.
Ampyx nasutus, Dalm?
Orthoceren- und
Gastropodenfragmente.

Mächtigkeit 3—4 M.

3. Schiefer mit Cephalopoden und Gastropoden. Schwarzer Schiefer mit unregelmässigen, rundlichen Knollen aus dichtem, dunkel blau-grauem Kalk. Besonders im oberen Teil sparsame dünne Schichten aus Kalksandstein:

Ogygia dilatata, Brünn., selten.
Nileus armadillo, Dalm., selten.
Asaphus latus, Pand., var., selten.
Asaphus n. sp.
Orthoceras regulare, Schl., allg.
Orthoceras centrale, His., allg.
Orthoceras devexum, Eichw.? allg.
Orthoceras sp. indet.
Endoceras gladius, Holm.
Cyrthoceras priscum, Eichw.
Cyrthoceras oryx, Eichw.?
Cyrthoceras digitale, Eichw.
Cyrthoceras div. sp. indet.
Trocholites contractus, Schroeder.
Trocholites Remeléi, Schr., allg.
Trocholites Damesi, Schr., allg.
Trocholites aff. *macromphalus*, Schr., allg.
Lituites lituus, Montf., allg.
Lituites perfectus, Wahl., ?
Sinuites corpulentus, Ko., massenhaft.
Pleurotomaria hyperborea, Ko., sehr allg.
Bucaniella Christianiæ, Ko.
Raphistoma Schmidti, Ko., allg.
Raphistoma Wesenbergense, Ko.
Straparollus parvulus, Ko.
Holopea Eichwaldi, Ko.
Lytospira norvegica, Ko., allg.
Hyolithus latus, Eichw.
Cystoidéenstiele und Kelchfragmente.

Mächtigkeit unbekannt. Kann doch wahrscheinlich als sehr gross angesehen werden.

4. Fast fossilleere graue Schiefer mit dünnen plattenförmigen Schichten aus Kalksandstein und ganz kleinen Kalkellipsoiden.

Kleine *Gastropoden*-Fragmente.

5. Kalksandstein und Schiefer, Coelosphæridium-Niveau. Unterst meistens ganz mächtige Bänke von quer zerspaltenem Kalksandstein mit geringem, groben, grauen, auch grünlichen Schiefer.

Nur *Coelosphæridum cyclocrinophilum*, F. R.
Monticulipora petropolitana, Pand.

Im oberen Teil dünnere Schichten aus sandhaltigem Kalkstein. Schiefer reichlicher, dunkelgrau und feiner.

Asaphus lepidus, Tørnq., var.
Asaphus lævigatus, Ang.?
Illænus Linnarssonii, Holm, allg.
Lichas sp.
Cybele Grewingki, F. Schm.
Chasmops n. sp., selten.
Chasmops maxima, F. Schm.
Chasmops marginata, F. Schm.
Chasmops bucculenta, Sjøgr.
Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm.
Orthoceras aff. *scabridum*, Ang.
Orthoceras div sp. indet.
Sinuites bilobatus, Sow., *mut. macer*, Ko.
Sinuites sp.
Pleurotomaria baltica, Vern.
Pleurotomaria sp.
Bucaniella lateralis, Eichw.
Bucaniella sp.
Euomphalus sp.
Eccyliopterus aff. *replicatus*, Lindst.
Modiolopsis sp.
Porambonites Schmidti, Noetl.
Leptæna sericea, Sow.
Leptæna sericea, Sow., var. *rhombica*, M. Coy.
Leptæna convexa, Pand., var.
Leptæna sp., aff. *L. tenuissime-striata*, M. Coy.
Strophomena Asmusi, Vern., allg.
Strophomena rhomboidalis, Wilck., var. *tenuistriata*, Sow.
Strophomena imbrex, Pand.
Platystrophia biforata, Schl., var. *lynx*, Eichw., sehr allg.
Orthis aff. *testudinaria*, Dalm.
Orthis calligramma, Dalm, var.

Orthis aff. *rustica*, Eichw.
Orthis sp.
Philhedra glabra, Huene.
Enkrinitenstiele, massenhaft.
Ptychophyllum sp.
Receptaculites sp.
Monticulipora petropolitana, Pand., sehr allg.
Monotrypa sp.
Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. R., massenhaft.
Mastopora concava, Eichw., sehr allg.
Cyclocrinus Schmidti, Stolley, selten.

Auch diese Abteilung ist unzweifelhaft von bedeutender Mächtigkeit. Wir wissen, dass sie in Fangberget mehr als 40 M. entblösst ist ohne dass Gestein oder Fauna wesentliche Veränderungen erleiden. Wahrscheinlich kann sie auf das 2—3 doppelte von 40 M. geschätzt werden, da ja auch die unteren fossilarmen Kalksandsteinschichten eine beträchtliche Mächtigkeit auzudeuten scheinen.

6. Schiefer und Kalkschichten mit *Cyclocrinus*, *Leptæna sericea*, Sow. etc. Dunkelgrauer Schiefer mit 3—10 cm. dicken Schichten aus sandhaltigem Kalk.

Remopleurides dorsospinifer, Portl.
Acidaspis Kuckersiana, var. *Mickwitzi*, F. Schm.
Cybele brevicauda, Ang.
Chasmops n. sp., sehr allg.
Chasmops maxima, F. Schm., allg.
Chasmops bucculenta, Sjögr.
Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm., allg.
Orthoceras sp.
Bucaniella lineata, Ko.
Bucaniella conspicua, Eichw.
Modiolopsis attenuata Eichw.
Modiolopsis devexa, Eichw.
Arca sp.
Athyris? aff. *laeviuscula*, Sow.
Leptæna sericea, Sow., sehr allg.
Leptæna aff *Schmidti.*, Törnq.
Strophomena Asmusi, Vern., allg.
Strophomena rhomboidalis, Wilck, var *rugosa*, Dalm.
Platystrophia biforata, Schl., kleine Form, allg.

Triplesia insularis, Eichw.
Crania sp., aff. *C. siluriana,* Davids.
Enkrinitenstiele, allg.
Monticulipora petropolitana, Pand., allg.
Verzweigte Monticuliporen (Heterotrypa sp.*).*
Cyclocrinus oelandicus, Stoll., allg.
Cyclorinus Vanhoeffeni, Stoll., allg.
Cyclocrinus balticus, Stoll.
Palaeoporella? sp.

Mächtigkeit wahrscheinlich ca. 15 M.

7. Kalk mit *Cyclocrinus.* Mehr oder minder kompakter, aus ca. 1 Dm. dicken Schichten bestehender grobkrystallinischer, sandhaltiger, grauer Kalk mit unbedeutend dazwischenliegendem Schiefer.

Basilicus Kegelensis, F. Schm.
Basilicus aff. *Powisii,* Murch.
Illænus Linnarssonii, Holm (forma *avus*), allg.
Harpes Wegelini, Ang.
Lichas sexspinus, Ang.
Cybele brevicauda, Ang.
Chasmops n. sp., selten.
Chasmops maxima, F. Schm., allg.
Chasmops bucculenta, Sjögr.
Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm., var.
Pterygometopus Kegelensis, F. Schm.
Beyrichia aff. *Marchica,* Kr.
Orthoceras suave, Ang.
Orthoceras cuneolus, Eichw.
Orthoceras div. sp. indet.
Pleurotomaria rotelloidea. Ko.
Euomphalus sp.
Conularia aff. *pulchella,* Holm.
Lamellibranchiata.
Leptæna sericea, Sow.. sehr allg.
Strophomena Asmusi, Vern.
Strophomena rhomboidalis, Wilck, var. *rugosa* Dalm.
Strophomena deltoidea, Conr, var. *undata,* M. Coy.
Strophomena sp.
Platystrophia biforata, Schl., gewölbter als unten, allg.
Orthis testudinaria, Dalm.

Orthis argentea, His.
Camerella aff. *borussica*, Gagel.
Enkrinitenstiele.
Verzweigte Monticuliporen (Heterotrypa sp., aff. *H. Dawsoni*, Nichols).
Diplograptus sp.
Cyclocrinus sp.

Mächtigkeit ca. 8 m.

Hiermit werde ich die Etage abschliessen. Die nächste Abteilung, die Prof. Kiær wie gesagt zu Etage 5 rechnet, zeigt zwar sehr grosse Übereinsstimmung mit der eben erwähnte, obersten Zone und ist wohl natürlicher mit ihr zusammenzustellen als mit dem Mjösenkalk, der den übrigen Teil der Etage 5 ausmacht; wenn wir aber unsrer alten Etagen-Einteilung folgen, muss die Grenze wie erwähnt gezogen werden. Dies geht aus Vergleichungen mit dem unteren Teil von Etage 5 anderswo im Kristianiagebiete hervor und ist bemerkbar, wenn wir in der Parallelisierung den Umweg um das unsrem Gebiete zu diesen Zeiten faunistisch sehr nahestehende, ostbaltische Gebiet machen.

Faunistisch fällt die Etage 4 beim Mjösen in zwei gut chakakterisierte durchaus verschiedene Hauptabteilungen: die eine unter- die andere oberhalb der fossilleeren Kalksandsteinschichten. Man könnte wohl auch diese Schichten als eine dritte aufstellen; doch kann man durch Vergleichung mit nahestehenden Gebieten (siehe unten) mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass der allgemeine Charakter der Fauna, die zur Zeit der Ablagerung dieser Schichten lebte — nur nicht hier zu finden ist — die Zone an der oberen Abteilung am nächsten stelle. Wie es jetzt ist, hat diese fossilleere Zone bewirkt, dass wir die beiden Hauptabteilungen scharf und ohne Übergänge begrenzt haben. Die untere Abteilung konnte kurz als Asaphiden, die obere als Chasmops-Siphoneen-Abteilung bezeichnet werden.

Die erste schliesst sich eng an die unterliegende Etage, Bröggers Etage 3 an. Wie früher erwähnt, waren auch in der ursprünglichen Einteilung Kjerulfs, die Schichten bei Hovindsholm, also die Zonen 1, 2, 3, vielleicht auch 4 zu dieser Etage gerechnet.

Von gemeinen Arten sind es zwar nicht viele, die einzige, ganz sicher übereinstimmende ist wohl *Nileus armadillo*, Dalm., var. *depressa*, S. & B.; das allgemeine Gepräge der Fauna aber, wenn wir von solchen Verschieden-

heiten, die durch abweichende facielle Bedingungen verursacht sind, z. B. Seltenheit der Cephalopoden oder Mangel an articulaten Brachiopoden im Ogygiaschiefer absehen, zeigt eine nahe Verwandtschaft. Es sind unter den Trilobiten sowohl unterhalb wie oberhalb der Grenze der Etagen die Asaphiden, die die wichtigste Rolle spielen. *Asaphus*, *Megalaspis* und *Pychopyge*-Arten kommen auf beiden Seiten allgemein vor, *Ogygia* ist wohl nur auf Etage 4 begrenzt, aber doch mit einigen der Formen (besonders den *Niobe*-Arten) in 3 c ziemlich nahe verwandt. *Ampyx*arten, die sich ja auch nicht selten im Ogygiaschiefer finden, sind ja ebenso in 3 c repräsentiert. Die in der Etage 3 fehlende Gattung *Trinucleus* spielt auch in den unteren Abteilungen der Etage 4 eine ganz unwesentliche Rolle.

Eine sehr interessante Erscheinung ist die überaus stark differenziierte Fauna von Cephalopoden und Gastropoden in der Zone 3. Diese Tierklassen müssen hier besonders gute Lebensbedingungen gefunden haben, Bedingungen die für andere- z. B. Brachiopoden und Trilobiten weniger günstig gewesen sind. Doch muss auch hier in Betracht gezogen werden, dass jedenfalls für unsere wichtigsten Cephalopoden, die regulären *Orthoceren*-, die *Trocholites*-, *Cyrthoceras*- und *Lituites*-Formen auch als primäre Ursache ein Aufblühen dieser Tiergruppen eben zu dieser Zeit als zweifellos anzusehen ist, da ja solche Formen, wie später näher zu besprechen ist, auch in anderen nordischen Gebieten, in zeitlich entsprechenden, doch petrographisch verschiedenen Ablagerungen besonders häufig auftreten.

Wenn wir uns jetzt nach der oberen Seite der fossilleeren Kalksandsteinschichten begeben, ist das faunistische (und floristische) Bild ein wesentlich verändertes. Hier beginnt bei uns die Ära der Siphoneen, wie wohl diese interessanten *Coelosphæridium*-, *Mastopora*- und *Cyclocrinus*formen jetzt zu benennen sind. Es ist das Verdienst von E. Stolley[1] diese bisher heimatslosen Formen — sie sind von den verschiedenen Verfassern zu ganz verschiedenen Tiergruppen, meistens Cystoideen und Spongien, gerechnet — eine sichere systematische Stellung unter den ausgestorbenen Organismen gegeben zu haben[2].

[1] Untersuchungen über *Coelosphaeridium, Cyclocrinus, Mastopora* u. verwandte Genera des Silur. Archiv for Anthropologie u. Geologie Schleswig-Holsteins und benachbarte Gebiete. B. I, H. 1 — 1896. Neue *Siphoneen* aus baltischen Silur. Dieselbe Zeitschrift B. III, H. I — 1898.

[2] Kiesow hat doch, wohl mit Unrecht, seine alte Anschauung, dass sie *Cystoideen* waren, verteidigt. Auch mehrere von Stolleys neuen Arten bestreitet er, indem er die verschiedenen Artscharaktere nur als von der verschiedenen Aufbewahrungsweise bedingt zu sein, ansieht. Zwei von den hier angeführten *Cyclocrinus* Arten *C. oelandicus* und *C. Vanhoeffeni* will er in dieser Weise mit der älteren Form *C. porosus* identifizieren.

Zunächst tritt bei uns *Coelosphæridium cyclocrinophilum* auf, dann *Mastopora concava*[1] mit einer *Cyclocrinus*art zusammen, im obersten Teil (den beiden *Cyclocrinus*zonen) folgt dann eine Reihe von *Cyclocrinus*formen, deren Zahl durch weitere Einsammlungen zweifellos beträchtlich steigern würde. Mit dem Auftreten der gewaltigen Bänke des Mjösenkalks sind sie dann verschwunden. Von diesen Siphoneen treten die meisten sehr zahlreich auf, die eine Art *Coelosphæridium cyclocrinophilum* in imponierender Menge. Man hat hier ein Äquivalent für den baltischen, lokal auftretenden *Coelosphæridium*kalk, obwohl bei uns die Ablagerungen als kalkhaltiger Schiefer entwickelt sind. In den *Coelosphæridium*schichten tritt neben diesen Siphoneen eine Reihe von anderen Formen auf, die mehr oder minder charakteristisch sind. Die fast kosmopolitische, für den mittleren Teil des Untersilurs leitende *Monticulipora petropolitana*, PAND. tritt sehr häufig auf. Mit den erwähnten zusammen ist der grosse, schöne *Platystrophia biforata*, SCHLOTH., var. *lynx*, EICHW. als eine der gewöhnlichsten Formen zu nennen.

Gastropoden treten häufig und oft in sehr grossen schönen Formen auf. Auch Orthoceren sind nicht selten. Die Arten, die ich von diesen Fossilien bestimmt habe, sind alle von denen der Zone 3 verschieden.

Trilobiten sind selten und können hier nicht günstige Bedingungen gefunden haben. Wichtig ist doch das Auftreten der *Chasmops*arten, die in einigen den *Cyclocrinus*schichten ganz häufig werden. Wir haben hier zwei Haupttypen, *Ch. Maxima*, F. SCHM., die in den *Coelosphæriaium*-schichten beginnt und in Varietäten bis in 5 a hinaufsteigt, und die neue *Chasmops*art, die sich in den *Coelosphæridium*schichten, dem *Cyclocrinus*schiefer und *C.*-Kalk findet. Es ist hier ganz auffallend, dass sich diese Arten für einen so langen Zeitraum, wie der, dem die Ablagerung der erwähnten Sedimente zweifellos entspricht, nahezu konstant halten. Mit baltischen Ablagerungen zusammengestellt, dauert — wie später näher erwähnt wird — das Vorhandensein von *Ch. Maxima* in ihren Varietäten beim Mjösen ungefähr so lange wie die Perioden der Jeweschen D_1, Kegelschen D_2, Wesenberger E und Lychholmer F Schichten; das der neuen Art in den drei erstgenanten. In dem baltischen Gebiet selbst hat jede Schicht meistens ihre eigenen *Chasmops*arten, sie sind dort vor allem ausgezeichnete Leitfossilien, nur D_1 und D_2 haben mehr gemeine Formen. Jetzt stehen in der Tat Formen wie die baltischen *Ch. Maxima* (D_{1-2}) und *Ch. Eichwaldi* (F) einander ziemlich nahe, sie gehören demselben

[1] Vielleicht ist es doch die sandigere Beschaffenheit der Gesteine, die das Fehlen dieser wohl weniger erhaltungsfähigen Art in den tieferen Schichten verursacht hat, im Baltikum kommt ja *M. concava* schon in Itfer vor.

Typus an, während *Ch. Wesenbergensis* (*E*) und dem verwandten *Ch. Odini* (*C*) zu einem andern gehören. In beiden Fällen folgen also hier die nahestehenden Formen nicht direkt aufeinander in der Schichtenfolge, sondern es keilen sich Formen aus einem anderen Typus dazwischen. Dass jedoch z. B. *Ch. Maxima-Echwaldi*-Formen auch in Wesenberg gelebt haben, darf man wohl annehmen; sie sind nur nicht gefunden worden. Sie können ja auch sehr sparsam gewesen sein.

In unseren Schichten beim Mjösen zeigt sich jetzt ein anderes Verhältnis; unsere Formentypen finden sich kontinuierlich in den Schichten. Zwischen ihren ältesten und jüngsten Erscheinung gibt es keine Lücke. Zur selben Zeit zeigen sie ein sehr geringes Variationsvermögen. Die *Ch. Maxima*-ähnliche Form aus 5 a zeigt zwar bedeutende Annäherung an *Ch. Eichwaldi,* doch ist sie in der Tat auch sehr wenig von der *Ch. Maxima* der *Coelosphæridium*schichten verschieden. Die neue Art, die zu einer Zeit zwischen *Ch. Odini* und *Wesenbergensis* auftritt (sie kann ja auch älter gewesen sein, die unterliegenden Schichten beherbergen ja keine Trilobiten) zeigt auch eine vollständige Zwischenstellung. Auf der einen Seite *Ch. Odini*, auf den andern *Ch. Wesenbergensis.* Bis zu einer Zeit, die der Wesenberger Schicht entspricht, hat sie sich fast nicht verändert und weicht in mehreren Charakteren von *Ch. Wesenbergensis* ab.

Auch einer der anderen Phacopiden mag als Beispiel dieser Stabilität der Formen in ihrer Entwicklung erwähnt werden. *Pterygometopus Kuckersiana,* F. Schm., in Esthland nur in Kuckers vorkommend, setzt hier unverändert in den Zonen 5, 6 und 7 fort, also ungefähr bis zur Zeit der Wesenberger Schicht. In dem *Cyclocrinus*kalk kommt er auch mit *Pterygometopus Kegelensis* zusammen vor, und wir haben hier also eine nach baltischen Verhältnissen ältere und jüngere Art zur selben Zeit repräsentiert.

Von anderen Trilobiten mag der im Cyclocrinuskalk und besonders in 5 a vorkommende Asaphide vom englischen Typus, *Asaphus Powisii,* Murch. erwähnt werden, da er eine erste Andeutung von westlichem Einfluss auf die Trilobitenfauna andeutet. In dem unteren Teil derselben Schichten findet sich auch der jüngste Vertreter der baltischen Ptychopygearten, *Basilicus Kegelensis.*

Die Brachiopoden, die quantitativ in den Zonen 6 und 7 ganz vorherrschen, bestehen aus einer Reihe der gewöhnlichsten zu dieser Zeit sowohl in England wie im Baltikum vorkommenden *Leptæna-, Strophomena-, Orthis*-Arten u. s. w. Die im *Coelosphæridium*-Niveau sehr häufig auftretende *Platystrophia bif.,* var. *lynx,* setzt hier in einer kleineren flachen Form, die ich als Schlotheims typische Form bestimmt habe, in grosser Anzahl fort, *Leptæna sericea,* die in 5, besonders in 6, 7 und Etage 5 a

in oft gewaltiger Menge zu finden ist, zeigt keine bedeutenden Variationen wie z. B. STOLLEY[1] für das Geschiebematerial aus den baltischen Gebieten gefunden hat.

Gastropoden, Cephalopoden, Monticuliporiden (besonders verzweigte) sind auch in den *Cyclocrinus*zonen sehr allgemein.

Von Korallen ist ausser der erwähnten *Ptychophyllum*art aus den *Mastopora*- (*Coelosphæridium*)schichten keine Spur gefunden. Erst im Mjösenkalk treten sie in bedeutender Anzahl auf.

An die eben besprochene, obere faunistische Hauptabteilung der Etage 4 schliesst sich ziemlich eng die Abteilung Etage 5 a an. Auch hier treten ähnliche *Chasmops*arten, so wie erwähnt in Varietäten *Ch. Maxima*, F. SCHM., *Cyclocrinus-*, *Leptæna-*, *Strophomena*arten häufig auf. Im ganzen sind die allgemeiner vorkommenden, charakteriserenden Formen mit den darunterliegenden Schichten gemein. Doch kommen besonders im obersten Teil auch Formen wie *Rhynchonella borealis*, SCHL. und eine *Atrypa*-Art vor, die der Fauna ein jüngeres Gepräge verleihen.

Ein Versuch, ein auf faunistisch-petrographische Betrachtungen gegründetes Einteilungsschema[2] der Etage 4 beim Mjösen aufzustellen, ist unten gegeben.

A. 1. Ogygiaschiefer.
   2. Feinknolliger Kalk.
   3. Schiefer mit Cephalopoden und Gastropoden.

B. 1. Fossilleerer Schiefer und Kalksandstein.
   2. Kalksandstein und Schiefer mit *Coelosphæridium*.
   3 a. Schiefer mit *Cyclocrinus*, *Chasmops*, *Leptæna* etc.
      b. Kalk mit *Cyclocrinus*, *Chasmops*, *Leptæna* etc.

Dass die drei untersten Zonen in einer Hauptabteilung zusammengestellt werden müssen, ist oben erklärt. Dass ich die drei Zonen als gleichwertige aufgestellt habe, beruht darauf, dass, obgleich die mittlere mit ihrer unbedeutenden Mächtigkeit stratigraphisch und faunistisch von weniger Bedeutung ist, so ist sie doch so eigenartig entwickelt und gut charakterisiert, dass sie sich einer der angrenzenden Zonen nicht unterordnen lässt. Die fossilleeren Schichten sind, wie erwähnt, wenn man die

[1] Die Cambr. und silur. Geschiebe Schleswig-Holsteins und ihre Brachiopodenfauna. I Geologischer Teil. Kiel und Leipzig 1895.

[2] Es hat sich hierbei als unmöglich erwiesen, die für die Etage 4 bei Kristiania von BRÖGGER aufgestellten Bezeichnungen 4 a, b, c und d zu benutzen; sie passen hier gar nicht hinein und würden ein unrichtiges Bild der Schichtenreihe geben. Das hier gegebene Schema ist doch ein ganz vorläufiges und erst, wenn mit der alten Etagen-Einteilung gebrochen wird, kann ein für diese Ablagerungen und den zeitlich angrenzenden mehr natürliches aufgestellt werden.

Verhältnisse in naheliegenden norwegischen Gebieten in Betracht zieht, in die Hauptabteilung B, zu stellen. Wenn man das Mjösen-Gebiet isoliert betrachtete, würde sie ja faunistisch gesehen (wegen ihrer totalen Mangel an Fossilen) als eine eigene Hauptabteilung aufzustellen sein. Petrographisch schliesst sie sich ganz den obenliegenden Schichten an. Weiter habe ich den *Coelosphæridium*schichten als eigene Unterabteilung einen Platz gegeben und mit ihnen gleichwertig eine *Cyclocrinus*abteilung, die wieder in die faunistisch nur wenig abweichenden Zonen, *C.* Schiefer und *C.* Kalk fällt.

Die geographische Verbreitung dieser Abteilungen in dem Gebiete ist eine sehr verschiedene. Die weitaus bedeutendsten Strecken sind von den Schichten des cephalopodenreichen Schiefers und des unteren Teils der *Coelosphæridium*-Abteilung bedeckt. Auch den dazwischenliegenden fossilleeren Schichten, von denen die untersten *Coelosphæridium*bänke oft schwer zu trennen sind, muss eine beträchtliche Verbreitung zugeschrieben werden. Im allgemeinen ist ja eine solche grössere oder mindere Verbreitung zum grössten Teil von dem im Gebiete erreichten Stadium der Erosion abhängig; doch wenn es sich um so gefaltete Schichten wie hier handelt, wirken auch andere Verhältnisse ein.

Unter sonst ähnlichen Verhältnissen kann man wohl in diesem Falle eine grosse Mächtigkeit mit grosser geograghischer Verbreitung als gleichbedeutend setzen. Wenn aber andere Faktoren hinzukommen, wird es komplizierter. Ich kann hier einige nennen: verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Faltung und die verschiedene Lage in der Schichtenfolge — eine Abteilung, die an eine kompakte Kalkzone wie den Mjösenkalk grenzt, wird natürlich weniger gefaltet als eine andere, die von weichem Schiefern umgeben ist. Doch meine ich, dass für die erwähnten drei Abteilungen — selbst wenn solche Verhältnisse mitgerechnet werden — als die wesentliche Ursache ihrer grossen Verbreitung eine grosse Mächtigkeit festgestellt werden muss.

Ich habe im ganzen Gebiete nur an zwei Lokalitäten die Schichten der Etage 4 in horizontaler oder fast horizontaler von der Faltung wesentlich ungestörter Schichtenstellung gesehen, nämlich in den schönen Mulden von Furuberget und Fangberget, mit anderen Worten nicht ausserhalb des Gebietes der wenigen mittel- oder obersilurischen Ablagerungen, die jetzt zu finden sind. Unter den anderen mehr oder minder regelmässigen Kalkmulden im östlichen Teil des Gebietes — im westlichen herrschen, wahrscheinlich der minder kompakter Entwickelung des Mjösenkalks wegen, nicht so regelmässige Verhältnisse – Eksberget auf Helgö und Bergsaas

auf Nes liegen auch zweifellos unsre Schichten in ebenso regelmässiger Stellung: wegen des Mangels an Durchschnitten kann dies nur nicht beobachtet werden. Nun meine ich, dass man in diesen Verhältnissen einen Grund hat zu schliessen, dass auch an keinen anderen Stellen die — nach Kiær in Furuberget 80 M. — mächtige Kalkabteilung mit aufliegenden obersilurischen Schichten dem Faltungsdruck so gut widerstanden habe, sondern zerbrochen und wegerodiert worden ist. Denn hätte die Kalkabteilung ihre ursprüngliche Lage beibehalten, würde auch für die darunterliegenden Schichten dasselbe der Fall gewesen sein. Selbstverständlich habe ich diese unteren Schichten über das ganze Gebiet nicht beobachten können, an sehr vielen Lokalitäten habe ich sie jedoch doch gesehen. Es liegt auch nahe anzunehmen, dass der Grund, weshalb die Kalkabteilung nur an den erwähnten Stellen erhalten worden ist, eben in dem Verhältnisse liegt, dass sie anderswo durch Faltung und Zerbrechen viel weniger widerstandsfähig geworden war. Doch kann hiergegen angeführt werden, dass auch ohne ein solches Zerbrechen, die hoher belegenen Teile, die Sättel also, von den erodierenden Kräften am meisten gelitten haben müssen.

Ein Verhältnis, das ganz auffallend ist, wenn man eins der langen Ufer-oder Flussprofile durchwandert, ist die Regelmässigkeit, womit die gefalteten Schichten der verschiedenen Abteilungen in horizontaler Richtung auf einander folgen. Man hat oft diese Abteitungen ganz voneinander getrennt liegend. Man kann Hunderte von Metern in der Fallrichtung gehen und sieht nur die Schichten ein und derselben Zone, dann folgen meist mit sehr raschem Übergang die Schichten einer anderen, ohne dass die beiden wesentlich miteinander vermischt werden.

Die einzige Erklärung dieses Verhältnisses muss wohl sein, dass stets nur ganz wenige Schichten für sich gefaltet wurden, dass also nicht sehr grosse Schichtendicken die Falten ausmachten. Wenn z. B. eine Falte aus mehreren Abteilungen bestand, mussten ja diese Abteilungen stets mit einander im Profile wechseln und auch ungefähr ihre ursprüngliche Mächtigkeit haben — wie es z. B. in der Umgebung Kristianias der Fall ist. Dass die Faltung mehr innerhalb der einzelnen Schichten gewirkt hat, lässt sich auch aus dem sehr zerquetschten Zustand des Schiefers schliessen.

Verzeichnis der in Etage 4 beim Mjösen gefundenen, bestimmten Formen.

	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3a	B_3b
Ogygia dilatata, Brünn, var. *Sarsi,* Ang.	×		×				
Basilicus Kegelensis, F. Schm.							×
Basilicus aff. *Powisii,* Murch.							×
Pseudasaphus globifrons, Eichw.	×						
Asaphus n. sp., aff. *A. Striatus,* S. & B.	×						
Asaphus sp.			×				
Asaphus latus, Pand., var.			×				
Asaphus lepidus, Tørnq. var.					×		
Asaphus lævigatus, Ang.?					×		
Megalaspis patagiata, Tørnq.	×						
Nileus Armadillo, Dalm., var. *depressa,* S. & B. . .	×	×					
Nileus Armadillo, Dalm.			×				
Illænus Linnarssonii, Holm					×		
Remopleurides radians, Barr., var. *angustata,* Tørnq.	×						
Remopleurides dorsospinifer, Portl.						×	
Ampyx mammillatus, Sars	×						
Ampyx mammillatus, Sars, var.	×						
Ampyx n. sp., aff. *A. costatus,* Boeck	×						
Ampyx nasutus, Dalm.?		×					
Trinucleus foveolatus, Ang., var.	×						
Harpes Wegelini, Ang.							×
Telephus bicuspis, Ang.	×						
Aeglina sp.?	×						
Lichas sp.					×		
Lichas sexspinus, Ang..							×
Acidaspis Kuckersiana, var. *Mickwitzi,* F. Schm. . . .						×	
Cybele Grewingki, F. Schm.					×		
Cybele brevicauda, Ang.						×	×
Chasmops n. sp.					×	×	×
Chasmops maxima, F. Schm. & var.					×	×	×
Chasmops marginata, F. Schm.					×		
Chasmops bucculenta, Sjøgr.					×	×	×
Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm. & var. . . .					×	×	×
Pteryometopus Kegelensis, F. Schm.							×
Orthoceras regulare, Schl.			×				
Orthoceras centrale, His.			×				
Orthoceras devexum, Eichw.			×				
Orthoceras scabridum, Ang.					×		
Orthoceras suave, Ang.							×
Orthoceras cuneolus, Eichw.							×

	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3a	B_3b
Endoceras gladius, Holm.			×				
Cyrthoceras priscum, Eichw.			×				
Cyrthoceras oryx, Eichw.			×				
Cyrthoceras digitale, Eichw.			×				
Trocholites contractus, Schroeder			×				
Trocholites Remeléi, Schr.			×				
Trocholites Damesi, Schr.			×				
Trocholites aff. *macromphalus,* Schr.			×				
Lituites lituus, Montf.			×				
Litutes perfectus, Wahl?			×				
Pleurotomaria hyperborea, Ko.			×				
Pleurotomaria baltica, Vern.					×		
Pleurotomaria sp.					×		
Pleurotomaria rotelloidea, Ko.							×
Bucaniella Christianiæ, Ko.			×				
Bucaniella lateralis, Eichw.					×		
Bucaniella sp.					×		
Bucaniella lineata, Ko.						×	
Bucaniella conspicua, Eichw.						×	
Raphistoma Wesenbergense, Ko.			×				
Raphistoma Schmidti, Ko.			×				
Euomphalus sp.					×		
Euomphalus sp.							×
Eccyliopterus aff. *replicatus,* Lindstr.					×		
Straparollus parvulus, Ko.			×				
Holopea Eichwaldi, Ko.			×				
Lytospira norvegica, Ko.			×				
Hyolithus latus, Eichw.			×				
Conularia aff. *pulchella,* Holm.							×
Modiolopsis sp.					×		
Modiolapsis attenuata, Eichw.						×	
Modiolopsis devexa, Eichw.						×	
Arca sp.						×	
Porambonites Schmidti, Noetl.					×		
Athyris? aff. *laeviuscula,* Sow.						×	
Triplesia indularis, Eichw.						×	
Camerella aff. *borussica,* Gagel.							×
Leptæna sericea, Sow.					×	×	×
Leptæna sericea, Sow., var. *rhombica,* M. Coy.					×		
Leptæna convexa, Pand., var.					×		
Leptæna aff. *tenuissime-striata,* M. Coy.					×		

	A_1	A_2	A_8	B_1	B_2	B_3a	B_3b
Leptæna aff. *Schmidti*, Tørnq.						×	
Strophomena Asmusi, Vern					×	×	×
Strophomena imbrex, Pand.					×		
Strophomena dettoidea, Conr., var. *undata*, M. Coy.							×
Strophomena rhomboidalis, Wilck, var. *tenustriata*, Sow.					×		
— var. *rugosa*, Dalm						×	×
Orthis testudinaria, Dalm							×
Orthis aff. *testudinaria*, Dalm					×		
Orthis calligramma, Dalm, var.					×		
Orthis aff. *rustica*, Eichw.					×		
Orthis argentea, His.							×
Platystrophia biforata, Schl.						×	×
Platystrophia biforata, Schl., var. *lynx*, Eichw.					×		
Philhedra glabra, Huene					×		
Crania aff. *siluriana*, Davids.						×	
Obolus Salteri, Holl.	×						
Enkrinitenstiele.			×		×	×	×
Monticulipora petropolitana, Pand.					×	×	
Monotrypa sp.					×		
Heterotrypa aff. *Dawsoni*, Nichols.							×
Heterotrypa sp.						×	
Ptychophyllum sp.					×		
Receptaculites sp.					×		
Didymograptus Murchisoni, Beck, var *geminus*, His	×						
Climacograptus Scharenbergi, Lapw.	×						
Diplograptus sp.	×						
Diplograptus sp.							×
Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. Roem.					×		
Mastopora concava, Eichw.					×		
Cyclocrinus Schmidti, Stolley					×		
Cyclocrinus oelandicus, Stolley						×	
Cyclocrinus Vanhoeffeni, Stolley						×	
Cyclocrinus balticus, Stolley						×	
Cyclocrinus sp.							×
Palaeoporella? sp.						×	

Die Gesteine.

Was ich hier anzuführen habe, ist nicht viel; die Ursache dazu ist jedoch nicht, dass das Material nicht das für eine genaue Untersuchung genügende Interesse darbietet, sondern dass die Zeit mir jetzt keine eingehenderen Studien gestattet. Ich habe indessen die wenigen Beobachtungen in einem eigenen Kapitel angeführt, um nicht störend auf díe stratigraphische Übersicht zu wirken.

Das Studium der silurischen Sedimentgesteine, — um dadurch zu einem Begriff über die Ablagerungsverhältnisse zu kommcn — ist in den skandinavisch-baltischen Ländern (wie auch anderswo) sehr vernachlässigt worden. Nur ganz wenige Forscher — wie J. G. ANDERSSON und in ganz neuer Zeit F. M. NØRREGAARD — haben dies etwas eingehender betrieben. Was hier nötig ist, sind Untersuchungen sowohl über die allgemeine Struktur und mineralogische Zusammensetzung der Gesteine und auch, was meiner Meinung nach nicht genügend berücksichtigt ist, über die Grösse und Form derjenigen Bestandteile, die nicht wie z. B. der Glaukonit in Situ gebildet, sondern durch Flüsse und Strömungen mitgeführt und endlich auf den Meeresboden niedergeschlagen sind: nämlich mit anderen Worten das terrestrische Material, wo solches vorhanden ist. Nur wenn man auch dies Material genügend kennen gelernt hat, kann man durch Vergleichung mit modernen Ablagerungen zu einigen — wenn auch dann nur wahrscheinlichen — Resultaten gelangen. Es sind ja für die Meeresablagerungen so viele Umstände, die mitspielen, dass man durch die sparsamen Reste alter Sedimente, die uns zugänglich sind, wohl nie zu unbedingt sicheren und einigermassen genauen Schlüssen kommen kann. Die Fragen dieser Ablagerungsverhältnisse und damit dcr Verteilung von Land und Meer sind ja doch so interessant, dass man sich auch mít wahrscheinlichen und etwaigen Antworten begnügen muss.

Eine genaue Bestimmung der Korngrösse des terrestrischen Materials setzt voraus, dass man die Körner isolieren kann, was ja vollkommen nur bei (durch Säure) löslichen Gesteinen (Kalksteinen u. s. w.) geschehen kann. Durch mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen zu guten Resultaten zu kommen lässt sich mit unseren, meistens durch feines, dunkles Material verunreinigten Gesteinen nicht erreichen. In weniger kalkhaltigen Gesteinen muss man durch Auflösen des Kalkes und dann vorsichtiges

zerbrechen des jetzt oft brechbaren Gesteins zu einem Begriff von der Grösse zu kommen versuchen. Für unsere feineren Schiefer führt dies jedoch zu keinem Resultat. Über die Beschaffenheit dieser Schiefer meine ich doch durch Untersuchung der unlöslichen Bestandteile in den darin liegenden Ellipsoiden und Schichten aus Kalk Aufschlüsse erhalten zu können. Besonders für Schiefer mit isolierten Knollen meine ich hierdurch zu genügenden Resultaten zu kommen. Die Kalkknollen sind ja zweifellos durch eigentümliche Konzentrationsprozesse gebildet; die terrestrischen Mineralkörner, die durch diese Kalkhülle geschützt ihre Form und Grösse beibehalten haben, repräsentieren, meine ich, das terrestrische Material auch in dem umgebenden Schiefer. Das Residium der Knollen zeigt keinc Eigenschaften, die Konzentrationsprozesse auch für das terrestrische Material andeuten; es repräsentiert nur einen kleinen Teil dieses Materials, der in den Kalk eingebettet worden ist[1]. Etwas anders kann es sich, wo von Gesteinen wie den in dem mittleren und oberen Teil der Etage auftretenden Schiefer mit Kalkschichten die Rede ist, gestalten. Obwohl hier im ganzen dieselben Verhältnisse herrschen, so kann ja hier auch die Schichtung eine mehr primäre sein, die Kalkschichten mögen also auch ursprünglich reicher an Kalk gewesen sein. Oft ist ja auch das mehr grobkörnige, sandige Material in deutlichen Schichten abgesetzt; dass diese Schichten jedenfalls teilweise primär sind, meine ich u. a. aus ihrer oft sehr deutlich unebenen, wellenförmigen, auch schwach diskordanten Schichtung schliessen zu können.

Der Zweck mit den folgenden sparsamen, analytischen Anfgaben[2] ist nur eine Idee von dem Verhältnis zwischen terrestrischem und organischem Materiale der Gesteine zu geben; ich habe die in kalter Salzsäure (ca. 20 %) unlösliche Substanz bestimmt, dann im Filtrat *Fe* und *Al* gefällt und als Fe_2O_3 und Al_2O_3 zusammengewogen. Der zurückbliebene Teil des löslichen Materials wird dann aus $CaCO_3$ bestehen (von *Mg* sind nur in einer Probe Spuren gefunden) und repräsentiert annähern l die organisch gebildete Substanz[3].

Orthocerenkalk, oberste Schichten, Hovindsholm. Der Kalk ist ziemlich dicht, lichtgrau, verwittert gelblich. Unter dem Mikroskope zeigt er sich aus wenig verunreinigten, kleinen Kalkspatkrystallen

[1] Eine genaue Analyse des Residiums einer Kalkknolle und des umgebenden Schiefers wurde wohl diese Frage entscheiden können.

[2] Für die meisten Proben ist die Mitte von zwei oder drei Analysen angeführt, zur Bestimmung der Korngrösse sind eine grössere Anzahl Proben untersucht.

[3] Der sekundäre wesentlich in Kalkspatadern sich findende Gehalt an Kalk spielt keine wesentlich Rolle.

(mittlere Grosse 0,08 mm.) mit verhältnismässigen deutlichen Fossilienbruchstücken zu bestehen. Häufig sind ganz kleine Enkrinitenstiele zu sehen.

Unlösliches:	22,55 %	Das Residium besteht aus teils abgerundeten, teil mehr kantigen Quarskörnern und feiner (tonerdehaltiger) Substanz. Mittlere Grösse der Mineralkörner[1] 0,08 mm. Hauptmasse des Residiums $<$ 0,06 mm.
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$:	5,41 »	
Phosphorsäure: (lösliche)	keine Spur	

Wenn man auch die Schieferschichten und Schieferfetzen der Orthocerenkalkabteilung berücksichtigt sieht man, dass der Kalkgehalt der Abteilung als Ganzes betrachtet ein sehr mässiger wird.

Schieferprobe, Ogygiaschiefer, Hovindsholm. Schwarz, grauer Strich, stark zerquetscht und mit deutlichem Graphitspiegel.

Unl.:	66,64 % (wenn gepulvert).
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$:	17,64 »
Phosphorsäure:	Spuren.

Kalklinse aus Ogygiaschiefer, Hovindsholm. Blauschwarz, feinkörnig (durch Schlagen schwach stinkend), U. d. M. wegen der feinverteilten bituminösen Substanz keine Struktur zu sehen.

Unl.:	22,91 %	Res.: Quarzkörner, kantig.
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$:	4,04 »	Min.: Mittlere Grösse 0,08.
Phosphorsäure:	Spuren	Hauptmasse dunkle, amorphe Substanz von ganz kleinen dimensionen.

Probe aus der Kluft des Flakstadflusses zeigt fast genau dieselben Eigenschaften.

Die Knollen (Fig. 13) sind von verschiedener Form und Grösse, meistens flach linsenförmig mit einem Diam. von 30—40 cm. Auf der Overfläche, die verwittert grau oder schwach gelblich ist, ist sehr oft eine Menge von 1—3 cm. langen Krystallen aus grauem, bituminösen Schwerspat[2] zu beobachten. Die Krystalle heben sich entweder einwenig über die Oberfläche der Elipsoiden, mit einem Überzug von schieferartigem Material be-

[1] Ich benutze hier die Einteilung von MURRAY und RENARD in „Deep-Sea-Deposits", Report on the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. CHALLENGER, 1873—76. Die Grenze zwischen den Korngrössen von „minerals" und „fine washings" ist hier zu ung. 0,06 mm. gesetzt.

[2] Nach einer Angabe von dr. REUSCH: Geol. notitser fra Kristinniaegnen (S. 177). Nyt mag. f. nat., B. 28, hat schon KJERULF 1862 diese Krystalle beobachtet. Auch im Orthocerenkalk auf Ringsaker soll er ähnliche Bildungen gesehen haben.

deckt, oder sie finden sich ganz in Kalk eingebettet doch nur in der äussersten ung. 2 cm. dicken Zone. Der Kalk enthält sonst keine Spur von Baryum. Da der Kalk nicht leicht löslich ist, und die Krystalle leicht brechbar sind, so dass ein Herausätzen nicht gut gelingt, ist es sehr schwer, einen Begriff von der Form zu bekommen. Was ich aus Kombinationen der Durchschnitte und auch aus dem Studium der aufragenden, sehr unregelmässigen Flächen schliessen zu können glaube, ist, dass auch die äussere Form die des Schwerspats ist, dass Pseudomorphosen also nicht vorliegen. Die Krystalle sind gewöhnlich nach der *A*-Achse stark ausgezogen. Als gewöhnliche Flächen, durch annähernde Winkelmessung be-



Fig. 13. Kalklinse aus dem *Ogygia*schiefer.

stimmt, finde ich als wahrscheinliche: *c* (001), *o* (011), *z* (111). Im Verhältnis zu der Oberfläche der Ellipsoiden sind die Krystalle am meisten in der Weise orientiert, dass die Basisfläche (*c*) auf der Oberfläche ungefähr senkrecht steht. Oft finden sich durchwachsene Krystalle, doch ganz unregelmäsig zu einander orientiert. Es mag erwähnt werden, dass die feinen, durch die Faltungsprozesse gebildeten Kalkspatadern, die sowohl in Schiefer wie in Ellipsoiden ganz häufig auftreten, auch diese Krystalle durchsetzen, dass die Krystalle also älter sind.

Was die Lage der ausserordentlich schön aufbewahrten Fossilien betrifft, so liegen sie ganz regelmässig, parallel der Aussenfläche der Kalklinsen orientiert. Die Linsen liegen im Schiefer verhältnismässig sparsam, so dass der Kalkgehalt des Sedimentes als ein Ganzes betrachtet — Schiefer + Kalklinsen — denjenigen des eigentlichen Schiefer nicht sehr viel übertrifft.

Kalkprobe, feinknolliger Kalkhorizont, Hovindsholm. Liehtgrau, ziemlich dicht. Verwittert gelblich. U. d. M. sind nicht selten kleine, sehr undeutliche Schalenfragmente, meistens Gasteropoden zu sehen.

Unl.:	11,10 %	Meistens kantige, sehr kleine Quarzkörner.
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$:	4,51 »	Nur wenige > 0,06.

Schieferproben aus dem Cephalopodenschiefer nicht chemisch untersucht.

Proben aus Knolle, Cephalopodenschiefer, Hovindsholm. Blauschwarz, sehr dicht. U. d. M. sieht man meistens nur eine undurchsichtige dunkle, feinkörnige Masse, in einzelnen Fällen auch deutliche Schalenfragmente (Gastropoden und Cephalopoden). Ich habe hier nach Pulverisierung, das Gestein ist sehr wenig angreifbar durch Säuren, die unlösliche Substanz:

im äusseren Teil einer Knolle zu 87 %	Der Gehalt an SiO_2 [1] in einer mittleren Zone = 61,97 %, also sehr beträchtlich.
im inneren — » — » 56,82 » bestimmt	

Die Knollen (Fig. 14) variieren sehr an Form und Grösse; sie sind meistens mehr unregelmässig kugelig als die des *Ogygia*schiefers, die Grösse schwankt zwischen 10 und 40 cm. Auch in diesen Knollen finden sich allgemein Einsprenglinge von Schwerspat. Meistens sitzen sie stralenförmig angeordnet in rundlichen Anhäufungen, die sich oft bedeutend über die Oberfläche der Knollen heben. Durch Verwitterung werden nicht selten diese aufragenden kleinen Hügel, die mit ihrer meistens dunkelgrauen Farbe auf der lichteren, grauen oder gelben Oberfläche der Knollen einen sehr eigentümlichen Eindruck machen, mehr oder minder ausgehöhlt, und es entstehen kleine, kraterförmige Vertiefungen.

Auch in Innern der Knollen, meistens als Füllmaterial zwischen den Septen der Cephalopoden ist weisser oder grauer Schwerspat sehr oft zu beobachten.

Schwerspat im silurischen Sedimentgesteinen ist von Dr. Reusch [2] in dem unteren Teil des *Phyllograptus*schiefers bei Slemmestad in der Nähe von Kristiania nachgewiesen, er kam jedoch dort als Pseudomorphosen nach Gips vor. In Schweden ist Schwerspat in mehreren Niveaus der kambrisch-silurischen Schichtenreihe gefunden.

Ein solches Vorkommen wie das eben besprochene lässt sich wohl schwerlich als durch einen ursprünglichen Reichtum dieser Sedimente an

[1] Nach einer Analyse von Herrn stud. real J. Oxaal.

[2] Geol. notitser fra Kristianiaegnen.

Ba verursacht, ansehen. Moderne Sedimente wie auch das Meerwasser enthalten ja im allgemeinen nur ganz kleine Spuren von *Ba*; doch sind grössere Anhäufungen auch gefunden, so sind z. B. aus dem Boden des indischen Ozeans ausserhalb Colombos[1] eigentümliche um *Globigerinen*-Fragmente konzentrierte Konkretionen bekannt, die Schwerspat in Krystallagregaten in reichlicher Menge (75 %) enthalten. Man muss doch wohl beim Mjösen die Schwerspatkrystalle als sekundär aus durchsippenden Lösungen auskrystallisiert denken. Wäre der Baryumreichtum eine primäre Eigenschaft des Sediments, so sollte man erwarten, ähnliche Krystalle auch in anderen naheliegenden Gegenden zu finden z. B. bei Kristiania, wo keine Spur beobachtet ist. Zwar habe ich Schwerspat in sowohl *Ogygia*- wie Cephalopoden-Schiefer an allen Lokalitäten in unsrem Gebiete beim Mjösen gefunden, d. h. über eine Fläche von ungefähr 1400 km.[2] und auch auf Hadeland kommt er an einigen Lokalitäten im *Ogygia*-schiefer vor, aber diese verhältnismässig allgemeine Ausbreitung schliesst ja nicht eine sekundäre Bildung aus. Auch sein Vorkommen als Füllmaterial deutet wohl mehr sekundäre Prozesse an. Dass jedoch diese Prozesse zu einer sehr alten Zeit vor sich gingen, bereits zur Zeit der postsilurichen Faltung abgeschlossen waren, ist schon erwähnt. Dass der Schwerspat in zwei zeitlich verschiedene, petrographisch doch sehr gleichen Schieferhorizonten vorkommt, während er in der dazwischenliegenden Kalkzone fehlt, sagt ja nur, dass eben diese Schiefer die günstigen Bedingungen besassen um eine Auskrystallisation bewirken zu können. Man konnte wohl hier an den grossen Schwefelgehalt dieser bituminösen Ablagerungen denken. Doch auf diese komplizierten Fragen hier einzugehen wurde zu weit führen.

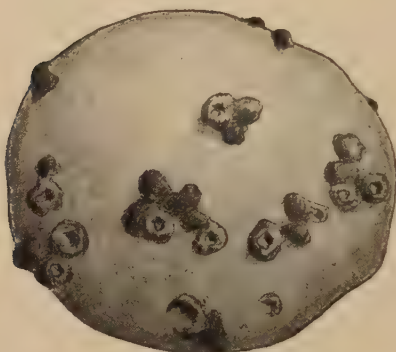


Fig. 14. Typische Knolle aus dem cephalopodenreichen Schiefer.

Ausser in der Form und Art, in welche der Schwerspat in den Knollen des oberen Schiefers vorkommt, von den Linsen des *Ogygia*schiefers verschieden zu sein, haben diese Knollen auch einen ganz anderen, einen deutlich mehr koncentrischen Bau.

Die Fossilien liegen auch nicht in einer bestimmten Weise orientiert, die Cephalopoden z. B. zeigen nach allen Richtungen hin. Oft kann man ein einziges Fossil, meistens eine grosse *Trocholites*-Form, den

[1] Journ. Asiatic. Society of Bengal. Vol. LVI 1887, S. 209—212.

weitaus grössten Teil einer Knolle ausmachend beobachten; es ist nur eine dünne Hülle von Kalk um sie ausgefällt worden. Was gewöhnlich von den Fossilien zu sehen ist, ist nur die äussere Form; dies ist besonders an den Cephalopoden gut zu beobachten. Von dem inneren Bau ist in vielen Fällen keine Spur aufbewahrt, die Septen sind aufgelöst worden und das Innere mit Gesteinmasse gefüllt, entweder ohne Struktur oder, wie ich es in Dünnschliffen ausgezeichnet gesehen habe, aus einer verworrenen Menge von kleinen Schalen und Schalenfragmenten (wesentlich Gastropoden) bestehend. Es sind was die Widerstandsfähigkeit gegen Auflösung der inneren Schalenteile anbelangt, deutlich grosse Unterschiede zwischen den verschiedenen Formen vorhanden. So sind die Septen und Sipho der *Orthoceras*arten: *O. regulare* und *O. centrale*, recht oft gut erhalten, während sie für die dritte angeführte Art, *O. devexum*?, in keinem einzigen Exemplar deutlich zu sehen sind, und daher hat auch die Form nicht mit Sicherheit bestimmt werden können.

Probe aus Kalksandsteinsbank, unterst im Coelosphæridiumniveau. Ufer zwischen Storhamar und Furuberget. Grau, verwittert grau oder braunlich. Allgemein ist eine Menge von ganz kleinen Glimmerschuppen, wohl sekundär gebildet, zu sehen. Oberfläche verhältnismässig glatt; durch Ätzen mit Säure tritt der sandige Charakter sehr gut hervor. Man beobachtet dann eine deutliche Schichtung; millimeterdicke Schichten mit lichter oder dunkler Farbe wechseln und setzen sich wieder oft zu 1—2 cm. dicken zusammen.

Unl.:	75,38 %	Die Quarzkörner scheinen eine
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$:	14,13 »	mittlere Grösse von 0,1—0,2 mm.
Phosphorsäure :	keine Spur	zu haben.

Die Kalksandsteinbänke sind meistens von Kalkspatadern kreuz und quer durchsetzt und haben daher, besonders wenn der Kalk in diesen Adern durch Auflösung weggeführt ist, mit ihren scharfen Kanten ein sehr eigentümliches Aussehen. Der zwischenliegende Schiefer ist grau oder schwach grünlich, oberflächlich glatt und ein wenig kalkhaltig.

Probe aus kalkreichem Schiefer, worin die *Coelosphæridium*individuen in Hundertzahl eingebettet sind, und der in grossen linsenförmigen Massen gegen, den gewöhnlichen, fast nicht kalkhaltigen Schiefer begrenzt ist, Fangberget.

Unl.:	85,00 %
$F_2O_3 + Al_2O_3$:	4,27 »

In unreinem Kalk aus Schichten, Fangberget besteht das Residuum aus gerundeten Quarzkörnern, Grösse oft mehr als 0,1 mm.

In einer Probe aus einer Kalkschicht, Cyclocrinusschiefer, Furuberget, haben im Residuum die Quarzkörner eine mittlere Grösse von 0,09 mm.

Probe aus sandhaltigem Kalk, Cyclocrinuskalkzone, Furuberget. Grau, grobkrystallinisch.

Unl.: 23,17 %	Kantige und gerundete Quarzkörner, mittl.
$F_2O_3 + Al_2O_3$: 7,16 »	Grösse: 0,1 mm. Nur ganz wenig Substanz
Mg : Spuren	$<$ 0,06. Auch kantige Körner von Feldspaten
	sind beobachtet.

Probe aus sandhaltigem Kalk, unterste Schichten des Mjösenkalks, Furuberget. Auf verwitterter Oberfläche deutlich sandartig.

Das Residuum zeigt Quarz, Feldspate und einige gefärbte Mineralkörner: mittl. Grösse 0,2 mm.

Hiermit werde ich diese leider sehr fragmentarischen Aufgaben abschliessen.

Was dürfen wir jetzt in Begriff der Ablagerungsverhältnisse dieser Sedimentgesteine schliessen? Und wenn wir sie mit modernen marinen Sedimenten vergleichen — in welche der grossen Gruppen passen sie am besten hinein? — Eine solche Vergleichung mag vielleicht als ziemlich zwecklos erscheinen, denn wir wissen ja von den klimatischen, bathymetrischen Verhältnissen u. s. w. der Silurzeit sehr wenig und eben diese Verhältnisse spielen ja für den Charakter der sich bildenden Sedimenten die wichtigste Rolle.

J. Walther kommt ja z. B. in seinem geistreichen Werke »Geschichte der Erde und des Lebens« zu dem Resultate, dass die Meerestiefen der Silurzeit im allgemeinen viel kleiner wie die jetzigen waren und — was daraus zum Teil folgt — dass man statt grosser Kontinente eine mehr inselige Verbreitung des festen Landes hatte. Was die kleineren Tiefen betrifft, so meint er sie hauptsächlich teils aus der Mangel an deutlichen Tiefseeablagerungen und teils aus der Tatsache, dass mit dem Beginn der Devonzeit die gewaltigen Gebiete des »alten roten Nordlands«, das bisher vom Meere bedeckt war, in festes Land verwandelt wurde. Nun ist ja die Frage »Tiefseeablagerungen« eine auch für die meisten der jün-

geren Formationen umstrittene; das Vorkommen von pelagische Faunen kann ja nicht ohne weiteres als einsbedeutend mit dem Vorhandensein von sehr grossen Tiefen festgestellt werden. Und dass nicht eine grosse Reihe silurischer Sedimente auf viel grösseren Tiefen als ein Paar Hundert Metern, was WALTHER als eine wahrscheinliche mittlere Tiefe erwähnt, gebildet worden sind, ist wohl schwer zu beweisen. Der grossen Verbreitung der devonischen Sandsteinen kann wohl auch keine entscheidende Bedeutung zugeschrieben werden, jedenfalls nicht für die ältere Silurzeit. Dass sie ein seichtes Meer für die Sandstein- und angrenzenden Gegenden zu der letzten Silurzeit andeutet ist wohl wahrscheinlich, aber im Allgemeinen genauere Folgerungen von den bathymetrischen Verhältnissen der Silurzeit aus solchen Grunden zu schliessen, lässt sich wohl nicht tun. Und Sandsteine in den silurischen Ablagerungen sind gar nicht auffallend häufig; dass lokal eingeschaltete Sandsteine für die skandinavischen Gebiete »überaus charakteristisch« sind, kann man wohl auch nicht sagen. Mit der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Waltherschen Hypotese sei es wie es will — ich halte es trotzdem nicht unwahrscheinlich, dass sie vielleicht teilweise richtig ist — es kann doch wohl gesagt werden, dass wir jetzt im Ganzen die genauere Beschaffenheit der silurischen Sedimente in den verschiedenen Gegenden zu wenig kennen, um dadurch allgemeine Folgerungen von der Form der Erdoberfläche zu dieser Zeit ziehen zu können. Erst wenn genaue Untersuchungen, paläontologische wie petrographische, von allen Gebieten über einen grösseren Teil der Erdoberfläche vorliegen, kann man sie vielleicht wagen. Und der wesentliche Ausgangspunkt für solche Untersuchungen kann nur die Vergleichung mit modernen Sedimenten sein. Denn wenn auch die klimatischen und bathymetrische Verhältnisse andere waren, so sind auch auf der jetzigen Erdoberfläche eine Reihe von sehr verschiedenen repräsentiert. Die Frage ist diejenige der modernen Sedimenttypen aufzufinden, die mit den verschiedenen silurischen am besten übereinstimmen und dadurch kann man — wenn auch nicht in allen Fallen — zu angenäherten Resultaten kommen. Jetzt ist unsre Kenntnis zu den modernen Meeresablagerungen (die uns hier interessieren) leider keine vollständige, doch haben die grossen Meeresuntersuchungsexpeditionen ein überaus reiches Material mitgebracht. Besonders die »Challenger«-Expedition hat ja hier eine grundlegende Arbeit ausgeführt und in ihre »Deep Sea Deposits« einen sehr wichtigen Betrag geliefert.

Ehe ich zu der Besprechung der Sedimente aus Etage 4 übergehe werde ich die Ablagerungsverhältnisse des Orthocerenkalks (3 c) kurz berühren. Diese Ablagerung ist ja nicht nur aus der Umgegend Mjösens und

bei Kristiania bekannt, sondern ist auch wie bekannt in allen übrigen skandinavischen und baltischen Gebieten ein charakteristisches Glied der Silurformation. Die mit dem Namen Orthocerenkalk (Rusland: Vaginatenkalk) bezeichnete Ablagerung ist ja, wie später genauer erwähnt wird, nicht in allen Gebieten ein genau entsprechender Horizont; in den meisten schwedischen Gebieten z. B. werden auch Kalkschichten, die dem untersten Teil unsrer Etage 4 homochron sind, mitgerechnet; doch sind auch diese Schichten in ihrem wesentlichen Charakter den übrigen sehr ähnlich. Wenn man also nur mehr allgemeine Resultate beabsichtigt, kann der Orthocerenkalk in den verschiedenen Gebieten als ein ganzes behandelt werden.

Die Frage von den Ablagerungsverhältnissen dieses charakteristischen Kalkhorizonts ist in Schweden (LINDSTRÖM, J. G. ANDERSSON, HEDSTRÖM, MOBERG, WIMAN, NÖRREGAARD u. a.) und Rusland (LAMANSKY) von einer Reihe von Geologen diskutiert worden. Durch die Untersuchungen LAMANSKYS[1] muss es jetzt als bewiesen angesehen werden, dass jedenfalls einige Schichten in den Ostseeprovinzen unzweifelhafte Litoralbildungen sind, indem zur Zeit des Absetzens der Zonen $B_2 \beta$ und $B_2 \gamma$, bei uns ungefähr an der Grenze zwischen $3\,c\,\alpha$ und $3\,c\,\beta$, den Meeresboden in den westlichen Gegenden von Esthland — bei Reval und Baltischport — trocken gelegt wurde. Und an einigen Lokalitäten in Jemtland hat auch WIMAN eine wahrscheinliche Litoralfacies in dem Orthocerenkalk nachgewiesen. Grosse Tiefen kann man hiernach, wenn man den im Ganzen — petrographisch und faunistisch — übereinstimmenden Charakter des Kalks in allen Gebieten und für alle Schichten berücksichtigt, auch nicht bei uns annehmen.

NØRREGAARD[2] hat den Orthocerenkalk von Schonen und Bornholm, der mit unserem im ganzen gut übereinstimmt, zu MURRAYS und RENARDS grünen Schlick[3] gerechnet. Er berücksigtigt hier besonders den Gehalt an Glaukonit, (das doch nicht bei uns gefunden ist), weniger den Kalkgehalt, der nach seinen Aufgaben im Orthocerenkalk 71,8—88,1 % beträgt, während der grüne Schlick nur 25—56 % enthält. Er meint, dass diese Differenz zum Teil dadurch neutralisiert wird, dass ein Teil der Kalksubstanz im Kalke ursprünglich in dem ungebenden Schiefern zugegen war und erst sekundär in dem Orthocerenkalk konzentriert wurde. Was unseren Kalk mit seinen Übergangsschichten zum Ogygiaschiefer betrifft, so meine ich, dass der Kalkgehalt hier unzweifelhaft primär ist. Der geringe Kalk-

[1] Die ältesten silurischen Schichten Ruslands. Mén. du Comité Geol., Nouv. Série. Livr. 20, 1905.
[2] Nogle bemærkninger om ortoceratitkalkens petrografi. Lunds geol. fältklubb, 14, 1908.
[3] Siehe auch für die weiteren Aufgaben: Challenger Report. Deep-Sea Deposits.

gehalt in dem *Ogygia*schiefersedimente ist in die Ellipsoiden konzentriert worden. Der verschiedene Kalkgehalt in dem (schonischen und norwegischen) Orthocerenkalk und dem grünen Schlick kann jedoch eine Parallelisierung gut erlauben. Sie sind, wie NØRREGAARD sagt, beide Ablagerungen nicht sehr weit von einer Küste, noch im terrestrischen Gebiete, wenn auch in einem, wo die Sedimentation von terrestrischem Material verhältnismässig klein war, gebildet. Es ist indessen auch eine andere Gruppe von Ablagerungen, nämlich der Korallenschlamm, die in den Grundzügen grosse Übereinstimmung zeigt. Für diese Gruppe ist ein grosser Kalkgehalt, in Challenger Proben 77—90 % $CaCO_3$ durch Schalenfragmente von Foraminiferen, Gastropoden, Lamellibranchiaten Ostracoden, Korallen, Echinodermen, Kalkalgen, Anneliden etc. gebildet, nur sehr wenig terrestrisches Material, Mineralkörner, meistens Quarz und Feldspat, von kleinen Dimensionen, nur im Mittel 1 % grösser als 0,06 mm., charakteristisch; Glaukonit kann auch vorkommen. In noch höherem Grade stimmt der mittelschwedische und ostbaltische Orthocerenkalk mit diesem Korallenschlamm oder auch für die grobkörnigen, sandigen Typen (in Esthland), mit dem Korallensand überein. Dass die faunistischen Elemente zum Teil andere sind, ist ja selbstverständlich. Im Hauptcharakter sind doch die Faunaelemente dieselbe: sie bestehen in beiden Ablagerungen im wesentlichen aus einer Mengung von benthonischen und festsitzenden kalkabscheidenden Tieren. Festsitzend sind im Orthocerenkalk Echinodermen — nach dem häufigen Auftreten von Enkrinitenstielen ist es sehr wahrscheinlich dass eben die Echinodermen für die Bildung der jetzt oft strukturlosen Kalkschichten von der grössten Bedeutung gewesen sind — Monticuliporiden, u. a.

Wir wenden uns jetzt an das unterste Glied der Etage 4: den Ogygiaschiefer. Mit ihrem feinen, schwarzen Sediment und der verhältnismässig kleine Kalkgehalt (in den Linsen konzentriert) und ihre in ungestörter Lage unzweifelhaft sehr reiche Graptolithenführung zeigt diese Ablagerung die meisten Charaktere eines — wenn auch nicht ganz typischen — Graptolithenschiefers, und ihre Ablagerungsverhältnisse müssen dann in wesentlichen mit denjenigen, die man für diese allgemeine Silurbildung annimmt, zusammenfallen.

Der alten Auffassung, dass die Graptolithenschiefer auf grosse Tiefen weit von Küsten gebildet sind — eine Auffassung, die auch jetzt in den meisten Lehrbüchern zu finden ist — kann ich gar nicht zutreten. Eine so bituminöse, auf terrestrischem Materiale so reiche Bildung, kann nicht unter solchen Bedingungen niedergeschlagen sein.

J. WALTHER hat uns in seinem früher besprochenen Buche »Geschichte der Erde und des Lebens« eine neue Erklärung gegeben. Er meint, dass

solche feinkörnigen bituminösen Ablagerungen in Buchten und Strassen (Halistasen), wo die Stromverhältnisse für das hereintreten und durchlaufen von frischem, klarem Wasser besonders ungünstig, dagegen für reiche Niederschläge von faulenden Organismen sehr günstig waren, gebildet sind. Hiermit stimmt ja auch seine Annahme der vielen silurischen Inseln.

Wenn wir uns nun fragen ob eine solche Erklärung mit den Verhältnissen in den uns hier am meisten interessierenden, skandinavischen Gebieten übereinstimmt, muss die Antwort eine verneinende werden. Denn da Buchten und Strassen notwendigerweise von festem Lande begrentzt sein müssen, sollte man auch sehr oft Litoralbildungen und auch Lücken in der Schichtenfolge bei diesen Schiefern erwarten; durch nur ganz kleine Bewegungen der Erdkruste musste ja die Verteilung von Meer und Wasser an vielen Stellen eine andere werden. Dies ist aber gar nicht der Fall; die Schichten der Graptolithenschiefer folgen stets lückenlos mit derselben feinkörnigen Beschaffenheit auf einander. Man hat stets den Eindruck, dass eben diese Schiefer über verhältnismässig grosse Strecken ganz gleichmässig verbreitet sind[1]. Nur unter einer Bedingung kann ich mich der Waltherschen Erklärung anschliessen: wenn er seine Buchten und Strassen ganz gross mache, so gross aber, dass von vielen sehr kleinen Inseln wohl nicht die Rede werden kann.

Des allgemeinen Auftretens der Graptolithenschiefer wegen kann man keine sehr beschränkten Bedingungen für ihre Bildung annehmen. Nun sind ja in der Tat die typischen Graptolithenschiefer durch alle Übergänge mit anderen Sedimenttypen verbunden, das Bitumengehalt kann weniger, das Kalkgehalt (durch das häufigere Auftreten von kalkabscheidenden Organismen) grösser werden bis wir zu den lichtgefärbten, Knollen oder Schichten aus Kalk führenden Schiefern und zuletzt an die unreineren oder reineren Kalkablagerungen hinüberkommmmen. Graptolithen können in allen vorkommen. Diese verschiedenen Typen folgen auf dem Meeresboden — geographisch gesehen — nach einander, in der Weise dass die ersten[2], die kalkarmen in allgemeinen (wenn wir von mehr lokalen Bildungen abseben), in dem kleinsten, die letzten, die Kalkschichten, in dem grössten Abstand von dem festen Lande auftreten[3]. Und dieses feste

[1] Auch die kambrischen Alaunschiefer, die unzweifelhaft was die Ablagerungsverhältnissen betrifft, die schwarzen silurischen Graptolithenschiefer sehr nahe stehen, sind ja eben für ihr gleichmässiges Auftreten über grossen Gebieten charakteristisch. Es kommen zwar Litoralbildungen vor, so. z. B. das Exporrecta- und Eurycarekonglomerat in Jemtland, — sie sind doch äusserst selten.

[2] In einer Zone ganz nahe der Küste hat man ja im allgemeinen nicht einen feinen Schiefer sondern mehr grobkörniges Material, doch kann — wie wenn auch selten in jetzigen Meeren zu sehen ist — das feine Material bis fast in die Litoralzone hinaufreichen.

[3] Ich sehe hier von dem roten Tiefseeton ab, da ältere Äquivalente dieses Sedimentes in der Geologie wohl unbekannt sind.

Land kann nicht nur aus einigen kleinen Kalkfelsen bestehen; es muss von bedeutender Grösse sein und sedimentführende Flusse müssen seine Oberfläche durchschneiden.

Wenn wir die verschiedenen Schiefertypen mit modernen Sedimenten vergleichen werden, sind die meisten unter dem blauen Schlick zu stellen. So auch unser Ogygiaschiefer. Wohl ist seine schwarze Farbe (wie diejenige vieler andern Graptolithenschiefer) von der blauen oder grauen des erwähnten Schlickes ganz verschieden; solche Umstände sind doch hier von ganz untergeordneter Bedeutung; der grössere Bitumengehalt ist wohl von biologischen Verhältnissen, die wir jetzt nicht kennen, und die in den modernen Meeren vielleicht nicht mehr zu studieren sind, herzuleiten. Der Hauptcharakter: das Reichtum an terrestrischem Material haben sie gemein.

Der blaue Schlick, der jetzt die weitaus verbreitetste terrestrische Ablagerung ist, variiert in Eigenschaften und Auftreten sehr beträchtlich. Der Kalkgehalt variiert von nur Spuren bis 34 %, das terrestrische Material (nur durchschnittlich ca. 3 % des unlöslichen Materials sind Kieselorganismen) in einem entsprechenden Verhältnis; Korngrösse der Mineralkörner, überwiegend Quarz, bis 0,3 mm. Das feine Material $<$ 0,06 mm. beträgt 16—97 %. Die Tiefen, auf denen der Schlick gefunden ist, betragen von nur ganz wenigen bis 2800 englische Faden (1 Fathom = 1,83 M.). Der Abstand vom Lande bis ca. 500 Km. (z. B. ausserhalb New-York). Wen wir von den Eigenschaften unsres Ogygiaschiefers mit seinen Kalklinsen ausgehen, können wir doch einen bestimmteren Typus dieses vielgestaltigen Sedimentes ausscheiden. Durch Vergleichung mit den »Challenger« Proben bin ich — wenn ich für die Erdoberfläche im Ganzen ungefähr ähnliche klimatische und bathymetrische Verhältnisse wie die jetzigen voaussetze — zu dem folgenden Resultat gekommen: entweder stammt das Material des Ogygiaschiefers aus keinem grossen Kontinent oder auch ist es auf sehr bedeutenden Tiefen, mehr als 1000—1500 Faden, abgesetzt worden.

Denn wenn wir die Proben studieren, die ausserhalb der Küste der jetzigen Kontinente heraufgebracht worden sind, — die angrenzenden Gegenden der Kontinente mögen verhältnismässig reich an Niederschlägen und grossen Flüssen sein (wie der östliche Teil von Nordamerika, Südamerika, China u. s. w. — siehe z. B. die Proben von Stationen 42—54, 323—26, 206) oder regenarm wie die mittlere westliche Küste von Südamerika (298—99) — so finden wir, dass selbst in Tiefen von 1500—2000 Faden und noch mehr und in grossen Abständen der Küste, 1—2—3—400 Km., als Regel das terrestrische Material viel grobkörniger ist als dasjenige, welches sich in den Kalklinsen findet. Nun meine ich aus verschiedenen Gründen, dass

man solche Tiefen für unseren Schiefer entschieden nicht annehmen kann. Dass der Schiefer ganz mächtig ist, ohne einen sehr langen Zeitraum zu repräsentieren, die Fossilien sind in den verschiedenen Schichten dieselben, — *Ogygia dilatata* und *Nileus armadillo* finden sich ja auch in dem oberen cephalopodenreichen Schiefer — kann vielleicht durch eine sehr grosse Tätigkeit der sedimentführenden Flüsse erklärt werden. Doch gegen solche Tiefenverhältnisse spricht erstens das Auftreten von Formen, die wie *Nileus armadillo* in dem Orthocerenkalk, für den ja solche gar nicht denkbar sind, vorkommen oder wie *Megalaspis patagiata, Ogygia* u. a., die in den dem *Ogygia*-schiefer entsprechenden Kalkschichten des schwedischen Orthocerenkalks auftreten. Auch der Bitumengehalt und der vorzügliche Erhaltungszustand der Fossilien lässt sich schwer mit grossen Tiefen in Übereinstimmung bringen.

Hiermit meine ich zu der Annahme kleiner, inselförmiger Landmassen gebracht zu werden als die hier wahrscheinliche. Sedimente, die unserem Schiefer ganz gut entsprechen, sind auch in der Umgegend solcher Inseln nicht selten. Ein gutes Beispiel bietet Neu Seeland dar. Man hat hier zwei Inseln, zusammen von einer Länge, die ungefähr $^2/_3$ von der der skandinavischen Halbinsel beträgt, von den Kontinenten isoliert im Weltmeere liegend. Von dem umgebenden Meeresboden haben wir 3 Proben aus blauem Schlick, in grösserem Abstand, Globigerinaschlamm. Die 3 Proben (167—168—169) in Tiefen von 145 –1100 Faden, Abstand von der Küste ungefähr 40—100 Km. enthalten, 4,36—26,71 $^0/_0$ $CaCO_3$ (Foraminiferen, Fischfragmente, Gastropoden, Lamellibranchiaten, Ostracoden, Echinodermen u. s. w.). 69,64—86,29 $^0/_0$ des terrestrischen Materiales sind $<$ 0,06, mittlere Grösse der Mineralkörner 0,08—0,1 Mm. Man sieht, dass diese Eigenschaften ganz gut passen.

Ich habe hier stets ungefähr dieselben bathymetrischen Verhältnisse wie diejenige, die in den jetzigen Meeren herrschen vorausgesetzt. — Waren diese Verhältnisse wesentlich andere, kann ja solche Vergleichungen auch leicht zu Irrtümern führen. Wenn wir z. B. mit Walther weniger bedeutenden Tiefen für die Weltmeeren voraussetzen würden, stellt sich notwendigerweise die Sache etwas anders. Man konnte wohl dann auch mit Walther sagen, dass in einem solchen Falle könnte man *a priori* das Auftreten von kleineren Inseln und nicht grossen Kontinenten als das wahrscheinlichste setzen, so dass das Resultat würde dasselbe werden. Doch kann man sich ja trotz der Annahme von kleinen Tiefen wohl auch grosse flache Kontinente denken, man kann ohne weiteres eigentlich hier nichts folgern. Wenn wir nur kleinere Tiefen voraussetzten, also die eine der zwei oben erwähnten Möglichkeiten von vornherein ausschliessen, dann könnten wir nicht nur direkt die andere akceptieren. Wir haben in diesem

Falle nicht die Gelegenheit mit modernen Sedimenten Vergleiche anzustellen, der jetzige Meeresboden habt keine solche grossen flachen, seichten Überflächen aufzuweisen. Von der Grösse des Festlandes können wir in diesem Falle wohl nichts sagen; nur muss man die Folgerung ziehen können, dass wenn es ein grosser Kontinent ist, dann muss sich dies in beträchtlicher Entfernung befunden haben. Und nun hat leider die Erdoberfläche gegen die Gegenden hin, wo diese Landmasse sich aller Wahrscheinlichkeit nach befand — wir werden diese Frage im letzten Kapitel berühren — keine bis jetzt beobachtete entscheidenden Beweise in dieser Sache aufzuweisen.

Die weiter hinauf in unserer Schichtenreihe folgenden Sedimenttypen sind alle zu einer der jetzt erwähnten modernen Gruppen oder einer dazwischenliegenden zu rechnen. Doch werde ich die besonderen Charaktere kurz erwähnen.

Der knollige Kalkhorizont hat trotz seiner chemischen Verwandtschaft mit dem Orthocerenkalk im ganzen einen anderen Charakter. Die Fossilienarmut oder richtiger der aufgelöste Zustand der Kalkschalen sowie das feine terrestrische Material deutet wahrscheinlich auf grössere Ablagerungstiefen, als dies für den Orthocerenkalk der Fall war.

Um einen bedeutenderen Unterschied handelt es sich wohl auch hier nicht; wie erwähnt, ist *Nileus armadillo* auch hier zu finden.

Der Cephalopodenschiefer, dem man der petrographischen Gleichheit wegen ungefähr ähnliche Verhältnisse wie die des Ogygiachiefers zuzuschreiben geneigt wäre, ist doch — wie man aus dem gänzlich verschiedenartigen Charakter der Fauna schliessen kann — gewiss unter etwas anderen Umständen abgelagert worden. Man muss wahrscheinlich hier, wenn man die dünnen Schichten aus Kalksandstein berücksichtigt und besonders aus anderen Gründen, die im letzten Kapitel erwähnt werden, kleinere Tiefen voraussetzen.

Der dann folgende, fast fossilleere Schiefer und Kalksandstein müss noch seichteren Verhältnissen zugeschrieben werden. Fossilien haben wohl auch hier gelebt — das Gestein ist, wenn auch schwach, kalkhaltig — ihre Schalen sind jedoch in dem sandartigen Material nicht erhalten.

Für die unteren Schichten der *Coelosphæridium*zone gelten wohl ungefähr dieselben Verhältnisse, die oberen deuten eine Vertiefung an. Man kann jedoch verhältnismässig sehr kleine Tiefen voraussetzen, wahrscheinlich bedeutend seichtere als für den Ogygiaschiefer.

Als Abschluss unsrer Etage haben wir dann eine Kalkzone, die von geringer terrestrischen Sedimentation, aber nicht von einem grossen Abstand

von festem Land — wie mit dem Orthocerenkalk der Fall war — erzählt. Hierauf deutet unzweifelhaft das sparsame, zur selben Zeit aber ganz grobkörnige terrestrische Material, dass sich in den Schichten des *Cyclocrinus*-kalks finden.

Der gewaltige Mjösenkalk endlich muss wohl als eine ganz lokale Bildung, wie z. B. der *Leptæna*kalk in Dalarne aufgefasst werden. Sie ist wohl als eine Riffbildung anzusehen — durch ungeheure Massen von Korallen, Monticuliporiden, Echinodermen etc., deren Struktur zerstört ist, gebildet. Der Abstand von festem Land kann, wie auch die Tiefe — besonders für die untere Schichten — als sehr gering betrachtet werden.

Das Folgerungen wie die hier eben gezogenen verhältnismässig unsicher und annähernd werden müssen, gehen aus der Natur dieser Fragen hervor. Es rührt dies natürlich davon her, dass die Ablagerung von Sedimenten an den verschiedenen Stellen in ihren Ursachen von einem höchst komplizierten Charakter sind. Und das Unglückliche ist, dass auf der jetzigen Stufe unsres Wissens verschiedene Ursachen anscheinend zu ein und derselben Wirkung führen, dass man also nach dem Charakter des Sediments nicht eine, sondern mehrere, einander substituierende Möglichkeiten als Ursachen annehmen muss.

Wenn z. B. über einen Schiefer eine Kalkzone folgt, kann dies — jedenfalls in vielen Fällen — ebensogut ein Übergang zu einer niederschlagsärmenen Zeit wie auch ein Entfernen der Küste andeuten. Auch die beiden Faktoren: Tiefe und Abstand vom Lande sind oft schwer auseinander zu halten.

Was hier ein wesentliches Zeugnis ablegen kann, ist das Auftreten der Organismen, der Fossilien in den verschiedenen Sedimenttypen. Wenn wir in die Biologie dieser alten Tiere und Pflanzen ein wenig eindringen könnten, würden wir viele Fragen beantworten können. Jetzt sind wir in den meisten Fällen, was unsere Kenntnis der Biologie betrifft eben auf das Studium der Sedimentgesteine hingewiesen, so dass man sagen könnte, das Ganze wird ein Ringlauf. Doch hat man ja in einzelnen Fällen Gelegenheit. z. B. über die Tiefenverhältnisse unzweifelhafte Folgerungen zu ziehen — wie Lamansky über die Litoralfacies des Orthocerenkalks — und man kann dann auch auf die Lebensweise der gefundenen Fossilien mit grosser Sicherheit schliessen. Durch Anwendung von solchen Erfahrungen und durch verschiedene Kombinationen kann man ja auch anderswo und für andere Ablagerungen zu vielen Resultaten kommen. Es ist ja hier von Interesse, dass man vielleicht durch eingehendes, kombiniertes Studium von

Sedimenten und ihrem Auftreten in verschiedenen, geeigneten Gegenden nicht nur von den damaligen Meeresverhältnissen zu einem Begriff kommen könnte, sondern auch die Frage von den klimatischen Verhältnissen beantworten könnte. Es fragt sich ja wesentlich, ob genügende Strecken eines zeitlich bestimmten Sediments einer Untersuchung zugänglich sind. Kannte man z. B. durch Litoralbildungen die etwaigen Grenzen einer silurischen Insel, so musste man durch Studien über die ungebenden Sedimente zu verhältnismässig sicheren Resultaten kommen. Dies wäre ja eine ideale Voraussetzung, doch ganz gute Bedingungen für solche Untersuchungen finden sich unzweifelhaft in vielen Silurgebieten; bis jetzt ist ja leider dieser Teil der historisch-geologischen Forschung ganz vernachlässigt worden.

Vergleichung mit entsprechenden Ablagerungen in anderen Gebieten.

Norwegen.

Die Etage 4 ist bei uns — wesentlich von BRØGGER — in zwei anderen Gebieten systematisch untersucht, erstens bei Kristiania, (hier habe ich auch selbst mehrere Abteilungen etwas studiert), besonders auf den kleinen Inseln im nördlichsten Teil des Kristianiafjords [1] und in der Stadt selbst [2], zweitens in der Gegend Langesund—Skien [3].

Die Umgebung von Kristiania. Es ist nur unsere unterste Abteilung, der *Ogygia*schiefer, die mit der entsprechenden bei Kristiania übereinsstimmt, und auch diese stimmt nicht im Detail. Während die untersten Schichten mit den grossen Septarienknollen bei Kristiania, in einer Mächtigkeit von 10—15 M., sehr arm an Fossilien sind, nur wenige Gastropoden und Cephalopoden kommen vor, ist die ganze typische Fauna beim Mjösen schon in den gleich über den Orthocerenkalk kommenden Ellipsoiden zu finden. Im oberen Teil treten bei Kristiania Schichten von feinem Kalksandstein auf, die beim Mjösen nicht entwickelt sind. Faunistisch stimmen die Horizonte sonst sehr gut überein. Alle die charakterisierenden Fossilien sind für beide Gebiete gemeinsam, Im ganzen sind wohl die Schichten beim Mjösen reicher, jedenfalls an Exemplaren, doch sind einige besonderen Gattungen, besonders *Asaphus* und *Ptychopyge* bei Kristiania stärker repräsentiert. — Welcher Teil der Etage 4 bei Kristiania unserem feinknolligen Kalkhorizont entspricht, ist wegen der Fossilienarmut des letzteren schwer zu entscheiden. Es scheint doch natürlich, ihn mit den untersten Schichten des mächtigen *Ampyx*kalken, 4 a β, denen er petrographisch auch ähnelt, zu parallelisieren. Der cephalopodenreiche Schiefer ist dann mit den übrigen Teil des *Ampyx*kalkes zusammenzustellen. Zwar sind diese Abteilungen petrographisch wie faunistich sehr verschieden, sie repräsentieren durchaus verschiedene facielle Entwickelungen; zeitlich

[1] BRØGGER: Geol. Kart over Øerne ved Kristiania.

[2] K. O. BJØRLYKKE: Geol. Kart med Beskrivelse over Kristiania By. Norges geol. und. aarb. 25 1898.

[3] BRØGGER: Spaltenverwerfungen u. s. w.

stimmen sie doch unzweifelhaft ganz gut überein. *Ogygia dilatata* ist auch bei Kristiania im unteren Teil der erwähnten Abteilung zu finden, und *Nileus armadillo* ist in beiden Gebieten die Abteilungen hindurch nicht selten. Auch ist eben der obere Teil des *Ampyx*kalkes oft reich an Cephalopoden, bes. *Lituites*- und *Trocholites*formen.

Weiter hinauf in der Schichtenfolge kann eine, wenn auch nur annähernde Parallelisierung schwer durchgeführt werden. Die beiden Entwickelungen zeigen zu wenig von gemeinschaftlichen Zügen. Wieweit in der Schichtenfolge bei Kristiania die fossilleeren Schichten beim Mjösen reichen, kann nicht direkt entschieden werden. Wenn wir dagegen den Umweg um Esthland machen, können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit die *Coelosphæridium*schichten ungefähr mit dem *Chasmops-extensa*-Niveau, also 4 b γ und 4 b δ parallelisieren, die fossilleren Schichten also mit 4 b α und 4 b β. Die Jewesche Schicht (D_1), in Esthland, mit der die *Coelosphæridium*-abteilung sehr gut übereinstimmend, muss ja u. a. nach dem Auftreten der verschiedenen *Chasmops*-Arten, den Zonen 4 b γ und 4 b δ bei Kristiania entsprechen. Hiermit stimmt, dass einige Exemplare von *Coelosphæridium* in 4 b δ, wo auch *Monticulipora petropolitana,* PAND. am häufigsten auftritt, gefunden sind.

In demselben Horizont bei Kristiania ist auch eine *Chasmops* Art, die unsrer Form von *Ch. maxima* sehr nahe steht, gefunden. Die für die Zone typische Art *Ch. extensa,* BOECK weicht dagegen bedeutend mehr ab.

Übrigens sind die Faunen in ihrem Charakter ganz verschieden. Bei Kristiania sind es Triloliten: *Chasmops, Cybele, Illænus, Lichas, Remopleurides, Trinucleus* und *Ampyx* Arten, die vorherrschen, beim Mjösen in erster Reihe die Siphoneen (*Coelosphæridium* und *Mastopora*), dazu *Monticulipora,* Brachiopoden und Gastropoden.

Die beiden obersten Hauptabteilungen bei Kristiania 4 c und 4 d, die *Trinucleus*- und *Isotelus*-Abteilung, müssen dann dem Rest unsrer Schichten beim Mjösen entsprechen. Dass die Übereinstimung keine grosse ist, geht schon aus der Benennung dieser Abteilungen hervor, denn kein einziges *Trinucleus* oder *Isolelus* ist bis jetzt in diesen oberen Schichten beim Mjösen gefunden. Von gemeinsamen Formen finden sich nur sehr wenige, ich kann *Illænus Linnarssonii,* HOLM und *Remopleurides dorsospinifer,* PORTL. (aus der *Trinucleus*zone) erwähnen. Es gilt auch hier zum Teil, jedenfalls für die untersten Schichten, was für die *Chasmops*-Abteilung angeführt wurde, dass die Ablagerungen bei Kristiania, die übrigens oft sehr arm an Fossilien sind, eine Trilobitenfacies repräsentieren, während die Schichten beim Mjösen durch ihren Reichtum an Brachiopoden und Siphoneen charakteristisch sind.

Petrographisch zeichnet sich die Etage 4 bei Kristiania durch einen stetigen Wechsel zwischen dunklen graptolithenführenden Schiefern und feinknolligen Kalkschichten aus. Nur im obersten Teil, in 4 c γ und einigen der *Isotelus*schichten treten Schichten von Kalksandstein auf.

In der Gegend Langesund-Skien scheint die Entwickelung der Etage 4 nach BRØGGER im ganzen einen dem bei Kristiania sehr ähnlichen Charakter zu haben, doch besonders im mittleren Teil der Etage bedeutend grössere Übereinstimmungen mit der beim Mjösen zeigend. Leider hat der oft stark kontaktmetamorphosierten Zustand der Gesteine die Untersuchungen erschwert.

Der *Ogygia*schiefer führt nur spärliche Kalklinsen, die Fossilien sind ausser *Ogygia dilalata*, BRÜNN, in verschiedenen Varietäten, *Ptychopyge-*, *Aaphus-*, *Ampyx-*, *Trinucleus-*, *Remopleurides*-Arten. Dazu *Lingula*, *Orthoceren* u. s. w. Dann kommt wie bei Kristiania eine *Ampyx*zone. Die Zone mit *Chasmops conicophtalmus* ist wie bei Kristiania wahrscheinlich durch die fossilleren Schichten beim Mjösen repräsentiert. Dann kommt die interessante Zone mit *Mastopora concava*, EICHW. und der *Enkriniten*kalk, die wohl zusammen unsren *Coelosphæridium*schichten ungefähr entsprechen. Die Fauna zeigt hier bedeutende Übereinsstimmung mit der beim Mjösen gefundenen. Charakteristisch für die untere Zone, die aus Schiefer mit Kalkschichten besteht, sind: *Mastopora concava* EICHW., *Platystrophia biforata*, SCHL., var. *lynx*, EICHW., *Orthis calligramma*, DALM., var., *Orthisina*, *Leptæna*, *Strophomena*, *Porambonites* sp., *Monticulipora petropolitana*, PAND., *Receptaculites* sp., *Chasmops* aff. *Wesenbergensis*, F. SCHM., Cephalopoden, Gastropoden etc. In dem Enkrinitenkalk: Enkrinitenstiele, Korallen, Gastropoden, *Strophomena* aff. *Asmusi*, Vern, *Chasmops*-Arten etc.

Oberst kommt wie bei Kristiania eine *Trinucleus-* (Schiefer) und *Isotelus* (Kalk) Zone. Auch diese Zonen zeigen hier faunistisch grössere Übereinsstimmung mit den Schichten beim Mjösen als es bei Kristiania der Fall war. Es tritt im *Trinucleus*schiefer eine Reihe von Brachiopoden (*Orthis*, *Leptæna*, *Strophomena* sp.), Gastropoden, Cephalopoden wie auch Trilobiten: *Trinucleus seticornis*, *Illænus Linnarssonii*, HOLM, *Calymene*, *Cybele*, *Chasmops*, *Proetus* sp. auf. Im *Isotelus*kalk: *Isotelus gigas*, DEKAY aff., *Trin.*, *seticornis*, *Illænus Linn.*, *Ampyx*, *Remopleurides* sp. und andere Formen.

In den übrigen norwegischen Gebieten, wo die Schichten der Etage 4 häufig zu sehen sind, — es sind 3 besonders wichtig: Eker und Sandsvär, Ringerike, Hadeland, — ist die petropraphische und faunistische Entwickelung nicht systematisch studiert. Aus einigen Niveaus liegt jedoch in der paläontologischen Sammlung der Universität ein ganz gutes Material von

eingesammelten Fossilien vor. Besonders aus den obersten Schichten der Etage auf Ringerike findet sich eine ganz reichliche Sammlung (wesentlich von Brøgger zusammengebracht), die von ähnlichen faunistischen Verhältnissen wie die bei Langesund—Skien bekannten, berichten. Auf Hadeland habe ich selbst die untersten Schichten ganz flüchtig untersucht, und es scheint, als ob man hier eine Entwickelung, die jedenfalls zum Teil deutlich an die aus der Umgegend des Mjösen erinnert, hat. Dies ist ja auch nach der geographischen Belegenheit der Gebiete zu erwarten; für das Obersilur, das auch beim Mjösen in einer ganz eigentümlichen Weise ausgebildet ist, hat Kiær deutliche Ähnlichkeiten nachgewiesen.

Schweden.

Ein Gebiet, das hier was die untersten Schichten anbelangt, eine sehr ähnliche Entwickelung zeigt, ist

Jemtland. Der Orthocerenkalk besteht nach Wiman[1] in seiner »normalen Facies«, die in der Umgebung und besonders NO von Storsjøn entwickelt ist, aus 4 Gliedern: *Limbata*kalk, *Asaphus*kalk, *Gigas*kalk und *Platyurus*kalk. (Einige Kalkbänke, worin Fossilien nicht gefunden sind, entsprechen vielleicht einem kleinen Teil des *Centaurus (Chiron)* Kalks). Von den 4 Abteilungen entsprechen die 3 ersten den Abteilungen des norwegischen Orthocerenkalks, *Megalaspis*kalk, *Expansus*schiefer, *Orthoceren*kalk (engere Bedeutung), die vierte einem Teil des *Ogygia*schiefers. Über den Orthocerenkalk kommt dann ein typischer *Ogygia*schiefer, schwarzer, graustrichiger Schiefer mit flachen Knollen — und auch bis 2 Dm. dicke Bänke — eines schwarzen, unreinen Kalksteins.

Folgende Formen, die Wiman anführt, sind wahrscheinlich für beide Gebiete gemeinsam:

Ogygia dilatata, Brünn, var. *Sarsi.,* Ang.
Nileus sp.
Trinucleus sp.
Ampyx sp.
Telephus bicuspis, Ang.
Cephalopoden.
Gasteropoden.
Climacograptus.
Didymograptus.
Diplograptus.

---

[1] Bull of the geol. institution of Upsala Vol. I, III, IV.

Weiter hinauf in der Schichtenfolge sind die Ablagerungen Jemtlands wenig bekannt.

Einige Versteinerungen, die Wiman aus seinem »*Chasmops*lager« anführt, zeigen keine bestimmte Übereinsstimmung mit unsrer Fauna.

Die mittelschwedischen Gebiete (Dalarne, Vestergötland, Østergötland u. a.) weichen wesentlich ab. Der Orthocerenkalk umfasst hier auch die Zeit unsres *Ogygia*schiefers — *Ogygia dilatata*, Brünn., ist in Vestergötland in dem Lefversten (dem oberen grauen Kalk in anderen Gebieten entsprechend) gefunden, und auch andere unserer Formen kommen in diesem Niveau vor. So ist *Megalaspis patagiata*, Tørnq. zuerst vom Siljansgebiete in Dalarne beschrieben worden. Es mag auch erwähnt werden, dass dieser obere, graue Kalk meistens sehr reich an Cephalopoden (*Orthoceras-*, *Trocholites-* und *Lituites*arten) ist. Auch ein Teil des oberen roten Kalks (der unter dem oberen grauen liegt) muss mit dem *Ogygia*-schiefer parallelisiert werden.

Weiter kommt ein *Chasmops*kalk und ein *Trinucleus*schiefer, die faunistisch — zum Teil auch petrographisch — den entsprechenden Ablagerungen bei Kristiania sehr nahe stehen, von denen beim Mjösen aber bedeutend abweichen.

Der Brachiopodenschiefer (Dalarne — *Leptæna*kalk) entspricht nach Kiær der Etage 5.

Die Graptolithenschiefer in Schonen stimmen auch, ausser der Zone mit *Didymograptus geminus*, His., die die Graptolithen unsres *Ogygia*-schiefers enthält, sehr schlecht. Die Trilobitenfauna wie sie von Olin beschrieben ist[1], zeigt wenige gemeine Formen. Es muss nur hervorgehoben werden, dass der schonische Orthocerenkalk eine Entwickelung ungefähr wie die norwegische (wahrscheinlich noch weniger umfassend) zeigt.

Auf Øland, wo die Ablagerungen einen mehr esthländischen Charakter haben, zeigt die jüngste bekannte Abteilung »Olands jüngster Kalk« oder das jüngere *Chasmops*lager faunistisch ganz grosse Übereinsstimmung besonders mit den unteren *Cyclocrinus*schichten. Von Interesse ist übrigens auch das Vorkommen von *Ogygia dilatata* im oberen grauen Orthocerenkalk.

Für das von C. Wiman[2] untersuchte nordbaltische Silurgebiet, welches eine interessante Zwischenstellung einnimmt, auf der einen Seite die mittelschwedische, auf der anderen die ostbaltische Entwickelung, kann nur angeführt werden, dass besonders die oberen Abteil-

[1] Om de *Chasmops*kalken og *Trinucleus*schiffern motsvarande bildningarne i Skåne. Meddelelsar från Lunds geol. fältklubb. Ser. B. N. 1, 1906.

[2] Bulletin of the geol. Inst. of Upsala, Vol. VI, VIII.

ungen, *Macrourus*- und Ostseekalk, in demselben Grade den Ablagerungen beim Mjösen faunistisch ähneln, wie sie mit der ostbaltischen Entwickelung übereinstimmen.

Das ostbaltische Gebiet[1].

In diesem von unsrem ganz weit entfernten Gebiete finden wir im ganzen die weitaus grösste Übereinstimmung. Diese Übereinstimmung ist auch um so leichter und sicherer festzustellen, als die entsprechenden Schichten im ostbaltischen Gebiete so eingehend und detailliert studiert worden sind, wie es wohl in keinem anderen nordischen Gebiete der Fall ist. Ausser den russischen Forschern, vor allem Fr. Schmidt, haben auch eine Reihe Geschiebe-Geologen zu unsrer Kenntnis der silurischen Schichten beigetragen.

Der Grenze zwischen den norwegischen Etagen 3 und 4 entspricht im Ostbaltikum derjenigen zwischen den Abteilungen B und C, *Vaginaten*- und *Echinosphæriten*kalk. Dieser *Echinosphæriten*kalk ist mit den 3 untersten Horizonten beim Mjösen zu parallelisieren. Eine grössere Übereinstimung findet sich jedoch hier nicht. Die Fauna des *Ogygia*schiefers ist im Ostbaltikum nicht bekannt; die Varietäten von *Ogygia dilatata*, die sich im oberen Teil des *Echinosphæriten*kalks und in der folgenden Abteilung, Kuckers, finden, weichen nicht unwesentlich von unsrer typischen Form ab. Im ganzen zeigen die Trilobiten nur wenige gemeinsame Züge. Von unsren Cehalopoden dagegen sind die meisten auch von dem *Echinosphæriten*kalk, in deren oberem Teil sie besonders reich auftreten, bekannt.

Die fossilleeren Schichten entsprechen wohl ziemlich genau C_2 und C_3, Kuckers und Itfer, (die letzte Zone scheint auch an mehreren Stellen in diesem Gebiete sehr wenig entwickelt zu sein).

Dann tritt uns mit der *Coelosphæridium*abteilung beim Mjösen ein faunistich sehr gut übereinstimmendes, norwegisches Äquivalent der Jeweschen Schicht (D_1) entgegen wie es aus dem Fossilienverzeichnis unten hervorgeht.

Für den Rest unsrer Etage wird eine genaue Parallelisierung etwas schwieriger. Die faunistische Entwickelung beim Mjösen ist auch hier im ganzen ostbaltisch, nur kann ich beim Mjösen nicht zwei getrennte Abteilungen, die Kegel (D_2) und Wesenberg (E) entsprechen, aufstellen. Die Faunen dieser ostbaltischen Zonen scheinen bei uns mehr vermischt aufzutreten. Im ganzen stimmt die Fauna des unteren *Cyclocrinus*schiefers und

[1] Ich rechne hier auch die Heimat der Geschiebe mit, die ohne aus dem jetzigen ostbaltischen Silurgebiete zu stammen, durch ihren übereinstimmenden Charakter zu einem naheliegenden, baltischen zurückgeführt werden können.

*Cyclocrinus*kalks mit den kegelschen Formen überein, zur selben Zeit aber kommen hier Wesenberger und auch Lyckholmerformen vor. Eine deutliche Wesenbergerzone scheint also beim Mjösen nicht entwickelt zu sein. Hier ist übrigens zu bemerken, dass, was im Ostbaltikum die erwähnte Schicht am besten charakterisiert, ihre typischen Phacopiden sind, die bei uns als Leitformen nur schlecht dienen können. Die Brachiopodenfauna kann die Frage nicht entscheiden, da die der Wesenberger Schicht nicht wie z. B. die der Jeweschen durch eine Reihe guter Leitformen charakterisiert ist.

Ich gebe unten für diese obersten Zonen ein Verzeichnis der wichtigsten für die beiden Gebiete gemeinsamen Formen; die ostbaltischen sind wesentlich nach Fr. Schmidt, Stolley, Koken u. a. angeführt.

	Mjøsen.			Ostbaltikum.					
	$4B_2$	$4B_3a$	$4B_3b$	C_2	C_3	D_1	D_2	E	F
Basilicus Kegelensis, F. Schm.			×				×		
Illænus Linnarssonii, Holm	×		×	×	×		×	×	×
Harpes Wegelini, Ang.			×						×
Acidaspis Kuckersiana, var. *Mickwitzi*, F. Schm.		×					×		
Cybele Grewingki, F. Schm.	×					×			
Cybele brevicauda, Ang.		×	×					×	×
Chasmops maxima, F. Schm.	×	×	×			×	×		
Chasmops marginata, F. Schm.	×					×			
Chasmops bucculenta, Sjøgr.	×	×	×			×	×		
Pterygometopus Kuckersiana, F. Schm.		×		×					
Pterygometopus Kegelensis, F. Schm.			×				×		
Sinuites bilobatus, Sow. *mut macer*, Ko.	×					×	×		
Pleurotomaria rotelloidea, Ko.			×						×
Pleurotomaria baltica, Vern.	×							×	
Bucaniella lineata, Ko.		×				×	×		
Bucaniella lateralis, Eichw.	×					×	×		
Bucaniella conspicua, Eichw.		×							×
Porambonites Schmidti, Noetl.	×					×			
Leptæna sericea, Sow.	×	×	×			aff.	×	×	aff.
Leptæna aff. *Schmidti*, Tørnq.		×					×		
Strophomena rhomboidalis, Wilck.									
var. *tenuistriata*	×					×			
var. *rugosa*		×	×				×		
Strophomena Asmusi, Vern.	×	×	×			×	×	×	×
Strophomena imbrex, Pand.	×					×	×		

	Mjøsen.			Ostbaltikum.					
	$4B_2$	$4B_3a$	$4B_3b$	C_2	C_3	D_1	D_2	E	F
Platystrophia biforata, SCHL.		×	×				×		
var. *lynx*, EICHW. . . . . . : .	×					×			
Orthis calligramma, DALM., var. . . .	×					×			
Orthis testudinaria, DALM.			×				×	×	×
Orthis aff. *testudinaria*, DALM.	×					×			
Orthis argentea, HIS.			×						
Orthis aff. *rustica* EICHW.	×						×		
Triplesia insutaris, EICHW.		×				×	×		
Crania aff. *Siluriana*, DAVIDS		×					×		
Philhedra glabra, HUENE	×				×		×		
Monticulipora petropolitana, PAND. . .	×	×		×	×	×	×		
Coelosphæridium cyclocrinophilum, F. ROEM	×					×			
Cyclocrinus Schmidti, STOLL.	×							×	
Cyclocrinus oelandicus, STOLL.		×	?				×		
Cyclocrinus Vanhoeffeni, STOLL. . . .		×	?				×		
Cyclocrinus balticus, STOLL.		×						×	
Mastopora concava, EICHW.	×				×	×			

Es zeigt sich hier eine seltene Übereinstimmung, wenn man den ganz grossen Abstand zwichen den Gebieten berücksichtigt. Besonders unsere *Coelosphæriaium*zone und D_1 stimmen gut; eine Reihe der für diese Schichten beim Mjösen leitenden Formen, *Coelosphæridium*, *Mastopora concava*, *Plat. bif.*, var. *lynx.*, *Porambonites Schmidti* u. s. v. sind auch für die Jewesche Schicht sehr charakteristisch. Die oberste Zone mit *Cyclocrinus* ist als zu Etage 5 gehörend von dr. KIÆR ungefähr mit der Lyckholmer Schicht parallelisiert.

Eine schematische Zusammenstellung der Ablagerungen in den Skandinavisch-baltischen Gebieten ist umseits gegeben.

Langesund—Skien.	Kristiania.	Mjøsen.	Jemtland.	Mittelschwedische Gebiete.	Ostbaltikum.
*Gastropoden*kalk.	5	Mjösenkalk. Schiefer und Kalkplatten mit *Cyclocrinus, Atrypa, Rhynchonella.*	*Brachiopoden*schiefer.	*Brachiopoden*schiefer (*Leptæna*kalk).	Borkholmer und Lyckholmer Sch. *(F)*
*Isotelus*kalk. *Trinucleus*schiefer.	4 d 4 c	Kalk mit *Cyclocrinus, Leptæna sericea.* Schiefer mit *Cyclocrinus, Leptæna sericea.*		*Trinucleus*schiefer.	Wesenberger Sch. *(E)* Kegelsche Sch. *(D$_2$)*
*Enkriniten*kalk. Zone mit *Mastopora concava.*	4 b δ 4 b γ	Schiefer und Kalksandstein mit *Coelosphæridium.*	*Chasmops*lager.	*Chasmops*kalk.	Jewesche Schicht *(D$_1$)*
Zone mit *Chasmops conicophtalmus.*	4 b β 4 b γ	Fossilleerer Schiefer und Kalksandstein.			Itfersche Sch. *(C$_3$)* Kuckersche Sch. *(C$_2$)*
*Ampyx*zone.	4 a β	Schiefer mit *Cephalopoden* und *Gastropoden.* Feinknolliger Kalk.		Oberer grauer Orthocerenkalk Ancistroceraskalk, Centauruskalk, Übergangsschichten (Nach MOBERG)	*Echinosphæriten*kalk *(C$_1$)*
*Ogygia*schiefer.	4 a α	*Ogygia*schiefer.	*Ogygia*schiefer. *Platyurus*kalk.		
*Orthoceren*kalk.	3 c	*Orthoceren*kalk.	*Gigas*kalk.	Oberer rother Orthocerenkalk.	*Vaginaten*kalk *B*

Die Britischen Inseln.

Obwohl hier die Ablagerungen in vielen Hinsichten von den unseren abweichen, so sind auch viele Übereinstimmungen zu finden.

In Wales entsprechen die Llandeilo-Schichten dem untersten Teil unsrer Etage. Ausser unseren Graptolithen kommen eine Reihe unserer Trilobitengattungen, — darunter *Ogygia*, hier vor. Von in dem Cephalopodenschiefer vorkommenden Gattungen sind auch mehrere in Llandeilo gefunden (*Orthoceras*, *Cyrthoceras*, *Bellerophon*, *Raphistoma*, *Pleurotomaria* u. a.). Die oberen Abteilungen beim Mjösen entsprechen dem unteren Teil der Bala oder Caradoc Series. Hier sind besonders unter den Brachiopoden viele gemeinschaftliche, besonders *Leptæna*, *Strophomena*, *Orthis*arten. Auch unter den Phacopiden finden sich nahestehende Formen. In unseren obersten Schichten tritt eine ausgeprägt englische Art, *Asaphus Powisii*, MURCH. auf und ungefähr hier beginnt auch in anderen Gebieten sich der an der norwegischen Silurfauna so ausgeprägte — von Prof. KIÆR[1] nachgewiesene — englische Einfluss geltend zu machen.

Im Girvandistrikte, wo Kalkablagerungen die grösste Rolle spielen, treten eine Reihe skandinavischer Trilobitengattungen in den entsprechenden Schichten auf: *Ampyx*, *Trinucleus*, *Remopleurides*, *Telephus*, *Harpes* u. a. Unter den Brachiopoden kann *Porambonites* erwähnt werden. Eine *Mastopora*-ähnliche Art, *Nidulites favus*, Salter findet sich hier in höheren Schichten (unterste Obersilur). Die Äquivalente der Etage 4 sind in folgenden Abteilungen zu suchen: Stinchar-, Balclatchie- (hier ist *Ampyx mammillatus*, SARS gefunden), Ardwell- und Whitehouse-Group. Mit den Graptolithenschiefern, wie sie sich in Nordengland und im südlichen Schottland in typischer Entwickelung finden, kann keine direkte Parallelisierung durchgeführt werden.

Man müsste, was hier von weniger Interesse ist, den Umweg um andere Gebiete machen, wo die Ablagerungen allseitiger entwickelt sind.

In den bis jetzt wenig bekannten irländischen Gebieten scheint die Fauna in noch höherem Grade einen skandinavisch-baltischen Charakter zu haben. Hier treten Gattungen wie *Megalaspis*, *Ptychopyge* u. a., die in England fehlen, auf. Auch *Porambonites*arten sind hier bekannt.

Mit den böhmischen und anderen mittel- und südeuropäischen Gebieten stimmen unsre Ablagerungen wie bekannt sehr wenig überein. Von Barrandes Abteilungen kommen wohl hier D_2, D_3, D_4 und D_5

[1] Faunistische Übersicht der Etage 5.

in Betracht. Gemeinschaftliche Trilobitengattungen sind wesentlich *Bacilicus*, *Telephus*, *Trinucleus*, *Acidaspis*. In den Ostalpen sind *Orthis calligramma*, und *Porambonites*arten zu erwähnen, in Belgien und Frankreich *Orthis testudinaria*, *Leptæna sericea* u. a. Formen.

In Nordamerika ist die Etage 4 durch die Mohawkian-Abteilung (Birdseye-, Blackriver- und Trenton-Kalk) und wohl auch den untersten Teil von Cincinnatian repräsentiert. Besonders der Trenton-Kalk enthält unter seiner reichen Fülle von Versteinerungen viele uns hier interessierenden Formen: *Platystrophia bif.*, var. *lynx*, *Orthis testudinaria*, *Leptæna*- und *Strophomena*-, *Chasmops*- und *Lichas*-Arten. Auch *Cyclocrinus*arten (*Phasceolus*, Billings), kommen dort wie auch in jüngeren Schichten nicht selten vor.

Hiermit werde ich diese vergleichenden Betrachtungen abschliessen; auf andere meistens wenig bekannte, aussereuropäische Gebiete einzugehen, wovon keine bedeutende Übereinstimmungen zeigen, würde hier zu weit führen.

Schlussbemerkungen.

Zum Schluss will ich eine kurze Zusammenstellung von einigen der wichtigeren bis jetzt bekannten faciellen Übereinstimmungen und Abweichungen der Ablagerungen in den norwegischen wie auch zum Teil den übrigen skandinavisch-baltischen Gebieten in dem uns hier interessierenden Zeitraum versuchen. Wir müssen uns hier wesentlich mit den petrographischen Charakteren beschäftigen, denn das Studium der Lebensbedingungen der alten Organismen ist ja im Ganzen noch zu wenig vorgeschritten, um einigermassen sichere Aufschlüsse über die Ablagerungsverhältnisse geben zu können.

Fangen wir mit dem Zeitraum an, der das Absetzen vom oberen Teil des Orthocerenkalks (im weiteren norwegischen Sinne, Etage 3 c) und vom unteren des *Ogygia*schiefers umfasst. Es scheint hier als ob die Sedimente in bestimmten Zonen geordnet werden können.

Im Ostbaltikum haben wir verhältnismässig reine Kalkablagerungen, Vaginaten- und Echinosphæriten-Kalk. Im Nordbaltikum, Dalarne, Östergötland, Öland herrschen im ganzen dieselbe petrographischen Verhältnisse, nur Kalkablagerungen. Diese sind im ganzen sehr rein (schieferfrei); Nörregaard gibt[1] für den oberen *Asaphus*kalk, den *Platyurus*kalk und den *Ancistroceras*kalk aus Öland 92,8, 91,4 und 93,7 % $CaCO_3$ an. In Schonen und Bornholm ist der Orthocerenkalk wie in Norwegen vertikal weniger entwickelt, man hat hier wie im Kristianiagebiet Graptolithen-Schiefer, dem oberen Teil des mittelschwedischen Kalks entsprechend. Der Kalk, der sich findet, ist auch unreiner, nach Nörregaard wie erwähnt von 71,8 bis 88,1 % $CaCO_3$. In Jemtland bei Storsjön, hat man ähnliche Verhältnisse, obwohl das Vorhandensein des *Platyurus*kalk und der Kalkschichten im *Ogygia*schiefer eine Zwischenstufe andeutet. Im westlichen Teile des Gebiets ist nach Wiman der Orthocerenkalk wahrscheinlich durch einen Quarzit ersetzt. An einigen Lokalitäten ist er auch deutlich Geröll-führend und unzweifelhaft als eine Litoralfacies zu betrachten.

---

[1] l. c.

In Norwegen entsprechen die Verhältnisse bei Langesund—Skien, Kristiania und beim Mjösen ungefähr den schonischen. Der Orthocerenkalk beim Mjösen zeigt einen ähnlichen geringen Kalkgehalt. In NW-licher Richtung vom Mjösen wird nach MÜNSTER[1] der Orthocerenkalk stets reicher an Schiefermaterial, auch die Mächtigkeit wird geringer; so hat mir Herrn V. M. GOLDSCHMIDT mitgeteilt, dass sie bei Tonsaasen, wo der Kalk auch stark schiefergemengt ist, nur $1^{1}/_{2}$ m. beträgt. Endlich scheint bei Bratland in Gausdal nach BJÖRLYKKES Fund von seinem Graptolithenschiefer[2] die Kalkzone gänzlich durch Schiefer ersetzt zu sein. NNO-lich vom Mjösen scheint dagegen nach SCHIÖTZ[3] der Orthocerenkalk normaler entwickelt zu sein. Hier sind auch sparsame Fossilien, die wahrscheinlich aus dem mittleren Teil von Etage 4 stammen, gefunden.

Ich habe in Fig. 15 die petrographisch-faciellen Kurven, wie sie aus dem gesagten hervorgeben, also nach dem Kalkgehalt der Ablagerungen geordnet, angedeutet. Die Bratlandskurve habe ich nach dem westlichen Teil von Jemtland gezogen. Im Profil gesehen würde die Grenze zwischen Kalk und Schiefer gegen Westen immer mehr nach unten gehen, bis bei Bratland eine Grenze nicht mehr vorhanden wäre, sondern sich der unten- und obenliegende Schiefer begegneten. Zur selben Zeit nimmt auch in der Kalkzone der Gehalt an terrestischem Material gegen Westen hin stets mehr und mehr zu.

Was bedeuten nun diese Kurven? Die Antwort kann meiner Meinung nach nur die eine werden: man hat den ganzen Zeitraum hindurch in nicht zu grossem Abstand von der westlichen Seite des Kurvensystems festes Land von ganz bedeutender Ausdehnung. Dieses Land (oder diese Länder) ist dann die Heimat dieser Mengen von terrestrischem Material. Der einzige bis jetzt bekannte Anhaltspunkt für die genauere Lage dieser Landmasse (oder Massen) hat man darin, dass im Gebiete der jetziger Britischen Inseln, also im SW und W, das Meer verbreitet war. Zwischen diesem britischen und skandinavisch-baltischen Meeresgebiet müsste das Festland belegen sein. Denn wenn es im W der britischen Inseln zu suchen wäre, müssten ja die Girvan Kalkablagerungen näher der Küste als unsere Schiefer abgesetzt werden, was höchst unwahrscheinlich ist. Für Ablagerungen, die so mächtig sind wie z. B. unser *Ogygia*schiefer muss man sich auch *a priori* die Küste näher denken. Selbstverständlich kann man von der genaueren Form dieses Landes keinen Begriff haben, für uns ist es ja die Verteilung der Sedi-

[1] l. c.

[2] Zum ersten Mal in „Norges geol. unders. aarbog" no. 1, 1891, beschrieben.

[3] „Den sydøstlige del af sparagmit-kvarts-fjeldet i Norge", N. g. u. aarb. 35, 1902.

mente, welche wieder von den Flusssystemen u. s. w., abhängig ist, die bestimmend wirkt. Dass die Küste doch vielleicht annähernd unsren Kurven parallel verlief und ein trennender Rücken zwichen dem westlichen und

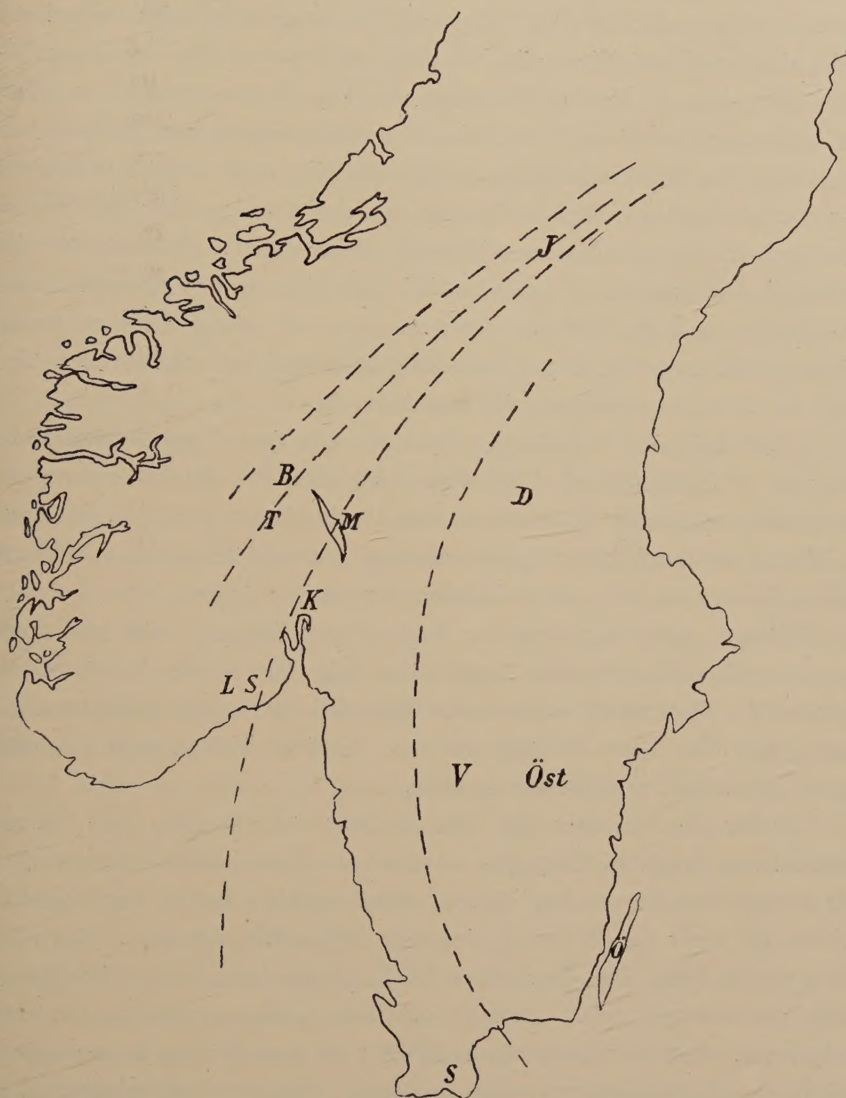


Fig. 15.

B = Bratland.
T = Tonsaasen.
M = Mjösen.
K = Kristiania.
L-S = Langesund — Skien.
J = Jemtland.
D = Dalarne.
V = Vestergötland.
Öst. = Østergötland.
S = Skaane.
Ö = Öland.

östlichen Meere bildete, wird dadurch angedeutet, dass die Fauna in England gegen die in dem skandinavisch-baltischen Gebiete ziemlich verschieden ist. Nur die freischwimmenden Graptolithen konnten sich in beiden Gebieten nach anderen Wegen verbreiten.

Wenn wir vertikal, zeitlich gesehen, die Ursache des Überganges von kalkreicheren zu schieferreicheren Sedimenten, beim Mjösen vom Orthocerenkalk zum *Ogygia*schiefer, erklären sollten, haben wir zwei Alternative. Entweder ist die Küste gegen Osten vorgerückt, oder veränderte, niederschlagsreichere klimatischen Verhältnisse haben den Übergang bewirkt. Welches die richtige Erklärung ist, kann schwer entschieden werden. Das natürlichste wäre wohl ein heranrücken der Küste, doch müsste gleichzeitig das Meer beim Mjösen wahrscheinlich nicht verseicht, sondern eher vertieft werden. Dies darf man aus den Faunen des Orthocerenkalks und des *Ogygia*schiefers schliessen (siehe unten). Fernere Beweise für meine Annahme eines Lands im W habe ich in den Beobachtungen Björlykkes, dass bei Bratland ein Sandstein über seinen Schiefer kommt, dieser Sandstein gehört dann, wenn die Schichtenfolge ungestört ist, vielleicht der Zeit des erwähnten Heranrückens an.

Endlich habe ich in Kalksteinellipsoiden aus dem *Ogygia*schiefer, die Münster bei Stokbækken in Vesttorpen gesammelt hat, deutlich mehr grobkörniges, terrestrisches Material wie bei Hovindsholm gefunden. — Auch C. Wiman hat durch seine Faciesstudien in Jemtland festes Land NW von diesem Gebiete als sehr wahrscheinlich annehmen müssen.

Während der Ablagerung der feinknolliger Kalkzone sind wohl auch im ganzen dieselben faciellen Verhältnisse beim Mjösen wie bei Kristiania herrschend. Die Küste müsste — für beide Gebiete — sich wieder zurückziehen, oder das Klima trockner werden. Es kann sich ja auch um mehr lokale[1], kalkreichere Bildungen handeln.

Von der Zeit aus aber, die dem beginnenden Absetzen des cephalopodenreichen Schiefers entspricht, ist es mit den Übereinstimmungen vorbei. Der Verlauf der Kurven hat sich verändert und ist für die norwegischen Gebiete ein mehr O—W-licher, ungefähr SW—NO geworden. Zur Zeit des grössten Teils des *Amyx*kalkes bei Kristiania haben wir beim Mjösen einen unzweifelhaft sehr mächtigen Schiefer. Dies stimmt ja mit dem vorigen gut. Das feste Land liegt im NNW; der Schiefer repräsentiert einen Teil des umgebenden terrestrischen Gebietes, während bei Kristiania und im mittleren Schweden Kalkablagerungen herrschen. Das schonische Gebiet muss wahrscheinlich zu seinen Graptolithenschiefern das Material von einem in S belegenen Festland, das die ganze Silurzeit hindurch dieses Gebiet von dem mitteleuropäischen trennte, bekommen haben. Ich habe

[1] Als eine mehr lokale Bildung müssen wohl die sandhaltige Schichten im obersten Teil des *Ogygia*schiefers, wie sie bei Kristiania und nach ausgeprägter im SW, auf Eker — also näher die angenommene Küstenlinie — auftreten, zu nennen sein.

Proben von *Ampyx*kalk bei Kristiania untersucht, das terrestrische Material ist überaus feinkörnig, alles > 0,04 mm. Dass dieses feinkörnige Sediment nicht nur in grösserem Abstand vom Lande, sondern auch in grösserer Tiefe als den Cephalopodenschiefer mit seinen Kalksandsteinschichten abgesetzt worden ist, halte ich auch für sehr wahrscheinlich. Mit dieser Auffassung stimmen die faunistischen Verhältnisse sehr gut. LAMANSKY hat ja[1], unzweifelhaft festgeschlagen, dass zur Zeit des Orthocerenkalkes im ganzen Cephalopoden und Gastropoden in seichterem Wasser als Trilobiten (und Brachiopoden) — in Esthland — lebten. Wendet man dies auf die im seltenen Grade differenzierte Fauna von Cephalopoden und Gastropoden beim Mjösen und auf die Trilobitenfauna bei Kristiania an, kommt man also auch zu grösseren Tiefen im letzterem Gebiet.

Diese Zeit des cephalopodenreichen Schiefers repräsentiert wieder ein Heranrücken der Küste. Der Schiefer wird sandhaltig, bis wir die Kalksandsteinschichten in typischer Entwickelung haben[2]. In Vesttorpen gibt MÜNSTER auch über den *Ogygia*schiefer einen Sandstein an. — Mit dem massenhaften Auftreten von *Coelosphæridium* in den Schichten beim Mjösen beginnt dann die faunistische Übereinstimmung mit Esthland. — Der Grund ist hier in ähnlichen Tiefenverhältnissen zu suchen. Denn die anderen Faktoren (von den geographisch-klimatischen können wir wohl hier abeshen), die für das Gedeihen der Meeresbewohner wesentlich mitspielen, waren wahrscheinlich im ganzen durchaus verschieden. Während die Fauna bei Mjösen schlammiges, wohl auch mehr brackiges Wasser und schlammigen Boden hatte, herrschten im Ostbaltikum klares Wasser und hartem Kalkboden. Dass diese Tiefen auch in den beiden Gebieten nicht in dem Zeitraum, der diese Ablagerung unsrer Etage umfasst, sehr gross waren, ist wohl auch höchst wahrscheinlich. Denn dass sie von derjenigen bei Kristiania wesentlich verschieden waren, zeigt die Fauna. Und da wir bei Kristiania im wesentlichen die ganze Zeit hindurch eine ausgeprägte Trilobitenfauna haben, während beim Mjösen die Kalkalgen, Gastropoden, Orthoceren und grosse Brachiopoden vorherrschen, muss man im letzten Gebiet wohl im Ganzen seichteres Wasser annehmen[3]. Dem Umstand, dass beim Mjösen die Sedimente verhältnismässig grobkörnig sind, während sie bei Kristiania für die meisten Abteilungen aus ausserordentlich feinem

[1] l. c.

[2] In dieser Zeit fällt auch in Esthland das Absetzen des Brandschiefers, der durch sein verhältnismässig reiches Schiefermaterial von den übrigen Ablagerungen Esthlands zu diesen Zeiten abweicht.

[3] Dass dies für jede einzelne Schicht in den zwei Gebieten gilt, kann ich natürlich nicht behaupten. Der Charakter der Fauna sowie der Sedimente schwankt ja auch innerhalb der grösseren Abteilungen und besonders bei Kristiania sehr beträchtlich, man würde daher vielleicht bei einem genauen Vergleichung Abweichungen nachweisen können.

Material bestehen, (ich habe aus 4 b und 4 c β nur Korngrössen von weniger als 0,02 mm. gefunden, nur in den obersten Abteilungen tritt groberes Material auf) kann keine unbedingt entscheidende Bedeutung beigemessen werden, wenn es sich um die Schiefer beim Mjösen handelt. Die oberste Kalkzone der Etage dagegen, die sehr wenig und doch grobkörniges terrestrisches Material enthält, kann nur wie früher erwähnt, in ganz geringen Tiefen gebildet worden sein. Und da auch diese Zone im ganzen dieselben faunistischen Verhältnisse wie die unteren Schichten aufweisen, können wir ähnliche Tiefen auch für diese annehmen. Diese zu geringe Tiefe ist dann wahrscheinlich die Ursache dazu, dass ganze für andere Gebiete sehr charakteristische Fossiliengattungen wie z. B. *Trinucleus*, in unsren Schichten fehlen.

In der letzten Zeit, der unsre Etage 4 angehört, wie besonders in der nächstfolgenden scheinen unregelmässigere Verhältnisse in den verschiedenen Gebieten zu herrschen, es treten auch bei Kristiania sandige Sedimente auf, im ganzen kommen mehr lokale Bildungen häufiger vor; vertikal wie horizontal ändern sich die Charaktere der Sedimente stärker als vorher. Dass dies in Norwegen durch Hebungen und Senkungen der Erdkruste in oder in der Nähe der jetzigen Silurgebiete verursacht wurde, ist wohl kaum zu bezweifeln. In den Schichten der Etage 5 bei Kristiania sind ja deutliche Küstenbildungen zu finden und hier hat auch Prof. KIÆR[1] das Emportauchen von festem Land nachweisen können.

Man hatte wohl zu diesen Zeiten über Norwegen ein Silurmeer mit meistens kleineren Inselgruppen. Jetzt fand sich wohl auch eine offene Meeresverbindung mit den britischen Gebieten, wodurch ein Faunenaustausch getrieben werden konnte. Dass zu einer Zeit des Absetzens von den Schichten der Etage 5 jedenfalls über einen Teil unsrer jetzigen Westküste das Meer sich erstreckte, geht aus dem wichtigen Funde von Fossilien, die zuerst Dr. REUSCH gemacht hat, hervor. Auch südlich von Trondhjem haben wir versteinerungsführende Ablagerungen, die nach BRÖGGER dem obersten Teil von Etage 4 oder dem untersten von Etage 5 entsprechen und endlich ist eine Litoralbildung aus dem centralen Norwegen — das Serpentinkonglomerat bei Otta in Gudbrandsdalen — nach dem Funde eines einzigen Fossils zu ungefähr derselben Zeit gebildet.

[1] Siehe KIÆR, „Etage 5 i Asker“, Norges geol. unders. aarb. No. 34.

Trykt 9. Marts 1910.